

Kognitiivisten toimintojen rakenne leikki-iässä ja kehityksellisessä kielihäiriössä

Jade Matilda Elisabet Plym
Pro gradu -tutkielma
Psykologia
Lääketieteellinen tiedekunta
Helsingin yliopisto
Ohjaajat: Marja Laasonen &
Pekka Lahti-Nuuttila

Tutkielma liittyy Helsingin
pitkittäiseen SLI-
tutkimushankkeeseen (HelSLI)



Tiedekunta – Fakultet – Faculty	Laitos – Institution – Department	
Lääketieteellinen tiedekunta	Psykologian ja logopedian osasto	
Tekijä – Författare – Author		
Jade Matilda Elisabet Plym		
Työn nimi – Arbetets titel – Title		
Kognitiivisten toimintojen rakenne leikki-ikässä ja kehityksellisessä kielihäiriössä		
Oppiaine / Läroämne – Subject		
Psykologia		
Työn laji – Arbetets art – Level	Aika – Datum – Month and year	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages
Pro gradu -tutkielma	Elokuu 2019	67
Tiivistelmä – Referat – Abstract		
<p><i>Tavoitteet.</i> Leikki-ikä on kognitiivisen kehityksen kannalta merkittävä ikävaihe. Leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen keskinäisistä yhteyksistä ei ole paljon tutkittua tietoa, vaikka toiminnot todennäköisesti rakentuvat aikuisiin verrattuna eri tavalla. Näin ollen myöskään kognitiivisten toimintojen rakenteesta lasten kehityksellisissä häiriöissä ei ole tutkimusta, vaikka se saattaa erota tyypillisestä kehityksestä. Kehitykselliseen kielihäiriöön (DLD) liittyy haasteita etenkin kielellisessä prosessoinnissa, mutta myös muunlaista tiedonkäsittelyn poikkeavuutta. DLD:n kognitiivisten toimintojen välisten suhteiden tunteminen olisi tärkeää häiriön ymmärtämisen ja esimerkiksi kuntoutusmuotojen kehittämisen kannalta. Tässä tutkielmassa selvitetään, millainen kognitiivisten toimintojen rakenne leikki-ikäisillä on poikkileikkausaineistossa, ja verrataan tyypillisesti kehittyvien ja kielihäiriöisten lasten rakenteita.</p> <p><i>Menetelmät.</i> 4–7-vuotiaiden lasten (N = 155; tyypillisesti kehittyvät, TD-ryhmä: n = 66, DLD-ryhmä: n = 89) kognitiivisia toimintoja (ei-kielellistä ja kielellistä päättelyä, kielellistä prosessointia, muistia, visuo-motorisia toimintoja, tarkkaavuutta sekä sosiaalista kognitiota) tutkittiin 22 erilaisella tehtävällä. Eksploratiivisen faktorianalyysin ja rakenneyhtälömallinnuksen keinoin selvitettiin, millainen kognitiivisten toimintojen rakenne muodostuu TD-ryhmässä ja poikkeako DLD-ryhmän rakenne siitä.</p> <p><i>Tulokset ja johtopäätökset.</i> Leikki-ikäisten TD-lasten kognitiivisten toimintojen rakennetta parhaiten kuvasi malli, joka koostui kolmesta faktorista: kielellisistä ja ei-kielellisistä taidoista sekä prosessointinopeudesta. Tulos tukee ajatusta, että leikki-ikäisten kognitiiviset toiminnot ovat eriyttävämpiä kuin vanhempien. Malli ei sopinut DLD-ryhmälle, jossa suoriutumista selittivät ei-kielellisten taitojen, kielellisen ymmärtämisen, kielellisen muistin sekä nimeämisen/tuottamisen faktorit. TD- ja DLD-lapset saattavat käyttää erilaisia kognitiivisia toimintoja tehtävien suorittamiseen, ja toisaalta tehtävien erottelukyky on ryhmässä erilainen. Kaiken kaikkiaan tulos viittaa siihen, että kognitiiviset toiminnot kehittyvät DLD- ja TD-lapsilla eri tavoin, ja on linjassa niiden aiempien havaintojen kanssa, jotka ehdottavat, että DLD:n liittyy kieltä laajempia kognitiivisia poikkeavuuksia.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords		
kognitiivisten toimintojen rakenne, kognitiiviset toiminnot, kehityksellinen kielihäiriö, eksploratiivinen faktorianalyysi, mittausinvarianssi		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited		
Helsingin yliopiston kirjasto – Helda / E-thesis (opinnäytteet)		



Tiedekunta – Fakultet – Faculty Faculty of Medicine		Laitos – Institution– Department Department of Psychology and Speech-Language Pathology	
Tekijä – Författare – Author <u>Jade</u> Matilda Elisabet Plym			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Structure of cognitive functions at preschool age in typical development and in developmental language disorder			
Oppiaine – Läroämne – Subject Psychology			
Työn laji – Arbetets art – Level Master’s Thesis	Aika – Datum – Month and year August 2019	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 67	
<p>Tiivistelmä – Referat – Abstract</p> <p><i>Objectives.</i> Cognitive functions are developing at preschool age. It is likely that their structure differs from that of older children and adults. However, relatively little is known about relations between different cognitive functions at this age period. Moreover, there is no studies on the structure of cognitive functions in children’s developmental disorders, even though it is not necessarily similar to typically developing. Developmental language disorder (DLD) is characterized by difficulties in linguistic processing and development, although cumulating evidence suggests that there is also atypical features in non-verbal information processing. In order to accumulate understanding on DLD, it is important to study relations between cognitive functions compared to typical development. The goal of this study is to examine and compare the structure of cognitive functions in typically developing and DLD-preschoolers.</p> <p><i>Methods.</i> 4–7-year-old children’s (N = 155; typically developing, TD-group: n = 66, DLD-group: n = 89) cognitive functions (nonverbal and verbal reasoning, language processing, memory, visuomotor functions, attention and social cognition) were assessed with 22 subtests. Explorative factor analysis and structural equation modelling were performed to examine the structure of cognitive functions in TD-group, and measurement invariance with DLD-group was tested.</p> <p><i>Results and Conclusions.</i> TD-preschoolers’ structure of cognitive functions was best described with a three-factor model, which included verbal skills, nonverbal skills and processing speed. This result indicates that preschoolers’ cognitive functions might be less differentiated compared to adults. Best fitting structure for DLD-preschoolers comprised of four factors: non-verbal skills, naming/expressing, verbal comprehension and verbal memory. Thus, TD- and DLD-children might use cognitive functions differently. On the other hand, the subtests might differentiate DLD-preschoolers differently compared to typically developing. All in all, results suggest that cognitive functions develop differently in DLD and typical development and support the evidence of broader atypical cognitive mechanisms in DLD.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords structure of cognitive functions, cognitive functions, developmental language disorder (DLD), exploratory factor analysis, measurement invariance			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsinki University Library – Helda / E-thesis (opinnäytteet)			

Esipuhe

Tämä opinnäytetyö liittyy Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin Foniatrian yksikön koordinoimaan Helsingin pitkittäiseen SLI -seurantatutkimukseen (HelSLI). Tutkimuksen tavoitteena on selvittää kehitykselliseen kielelliseen vaikeuteen liittyviä avoimia kysymyksiä liittyen ei-kielellisiin tiedonkäsittelyn piirteisiin, perintötekijöihin, aivotoimintoihin, temperamenttiin ja varhaiseen vuorovaikutusympäristöön. Tutkimuksen vastuullisina tutkijoina toimivat prof. PsT Marja Laasonen ja LT dos. Ahmed Geneid. Tutkimusta rahoittavat Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri, Kansaneläkelaitos ja Suomen Akatemia. Tutkimuksella on Eettisen toimikunnan puoltava lausunto ja tutkimusluvut Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupungeilta.

Kiitän ensinnäkin ohjaajiani Marja Laasosta ja Pekka Lahti-Nuuttilaa mainiosta ohjauksesta, luottamuksesta ja siitä, että otitte minut avoimesti mukaan projektiin. Suurkiitos läheisilleni ja ystävilleni tuesta sekä motivoivista opintopiireistä. Kiitos myös kaikille aineiston keränneille neuropsykologeille ja tutkimusavustajille, tutkimuksen yhteistyökumppaneille ja tutkimukseen osallistuneille perheille!

Jade Plym

Elokuu, 2019

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
1.1 Kognitiivisten toimintojen rakenne	1
1.2 Kognitiivisten toimintojen kehitys leikki-iässä	4
1.3 Leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen rakenne	5
1.3.1 Leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen rakenteen malleja	6
1.3.2 Kehitykselliset häiriöt ja kognitiivisten toimintojen rakenne	10
1.4 Kehityksellinen kielihäiriö ja kognitiivisten toimintojen rakenne	11
1.4.1 Kehityksellinen kielihäiriö	11
1.4.2 Kielihäiriön neurokognitiiviset poikkeavuudet	12
1.4.3 Kielihäiriö ja kognitiivisten toimintojen rakenne	14
1.5 Tutkimuskysymykset ja hypoteesit	15
2 MENETELMÄT	16
2.1 Tutkittavat	16
2.2 Tutkimuksen kulku ja arviointimenetelmät	17
2.3 Aineiston käsittely ja ominaisuudet	21
2.4 Analyysit	25
3 TULOKSET	27
3.1 Kognitiivisten toimintojen rakenne TD-ryhmässä	27
3.2 Kognitiivisten toimintojen rakenne DLD-ryhmässä	33
4 POHDINTA	36
4.1 Kognitiivisten toimintojen rakenne leikki-iässä	37
4.2 Kognitiivisten toimintojen rakenne kehityksellisessä kielihäiriössä ja erot tyypillisesti kehittyvien rakenteeseen	40
4.3 Tutkimuksen luotettavuus ja rajoitukset	45
4.4 Johtopäätökset	47
LÄHTEET	49
LIITTEET	56
Liite 1. Interpolointi	56
Liite 2. Tehtävien jakaumat	57
Liite 3. Vinorotatoidut eksploratiiviset faktoriratkaisut TD-ryhmässä	60
Liite 4. Mallien 2a ja 3b jäännöskorrelaatiot	63
Liite 5. Vinorotatoidut eksploratiiviset faktoriratkaisut DLD-ryhmässä	64
Liite 6. Rinnakkaisanalyysien scree-kuvaajat	67

1 JOHDANTO

Kognitiivisten toimintojen rakenne on hierarkkinen kokonaisuus, joka koostuu tiedonkäsittelyn toiminnoista ja niiden välisistä yhteyksistä. Leikki-ikäisillä lapsilla tiedonkäsittelytoiminnot ovat kehitysvaiheessa, ja toimintojen yhteyksistä toisiinsa tässä ikävaiheessa tiedetään toistaiseksi vähän. Lasten korkeamman tason tiedonkäsittelyn osa-alueiden (kuten päättely ja toiminnanohjaus) yhteydet näyttäytyvät erilaisina kuin aikuisilla (esim. Kane & Brand, 2006; Rizeq, Flora & Toplak, 2017). Tutkimuksissa on usein keskitytty yhteen osa-alueeseen kerrallaan osa-alueiden yhteyksien tutkimisen sijaan. Aiempi tutkimus keskittyy lisäksi normatiiviseen kehitykseen, eikä tiedetä, missä määrin kehitykselliset häiriöt vaikuttavat kognitiivisten toimintojen rakentumiseen. Osa-alueiden keskinäisten yhteyksien tunteminen voi auttaa yhtäältä ymmärtämään paremmin tyypillistä lapsuusajan kognitiivista kehitystä ja toisaalta tunnistamaan kehityksellisiä häiriöitä ja kehittämään niihin tehokkaampia tukikeinoja.

Kehityksellinen kielihäiriö (engl. *developmental language disorder*, myöhemmin kielihäiriö tai DLD; tunnettu myös kielellisenä erityisvaikeutena, engl. *specific language impairment*, SLI) on yksi leikki-ikäisen yleisimmistä kehityksen poikkeamista (Tomblin, Records, Buckwalter, Zhang, Smith & O'Brien, 1997). Kielihäiriön keskeisimpänä piirteenä ovat kielelliset vaikeudet, jotka voivat painottua kielen tuottamiseen, ymmärtämiseen tai molempiin. Kielihäiriön tausta on neurobiologinen, ja perimän riskitekijät vaikuttavat voimakkaasti sen ilmenemiseen (Bishop, 2007). Vaikka kielelliset vaikeudet ovatkin kielihäiriön merkittävän poikkeavuus, häiriöön liittyy lisäksi myös muita poikkeavia tiedonkäsittelyn piirteitä. Ei kuitenkaan vielä tarkkaan tiedetä, miten tiedonkäsittelyn osa-alueet ovat yhteydessä toisiinsa kielihäiriössä.

Tässä pro gradu -tutkielmassa selvitetään, millaisena leikki-ikäisen, 4–7-vuotiaan lapsen tyypillinen kognitiivisten toimintojen rakenne näyttäytyy poikkileikkausaineistossa. Lisäksi tutkimuksessa vertaillaan tyypillisesti kehittyvien ja kielihäiriöisten lasten kognitiivisten toimintojen rakenteita.

1.1 Kognitiivisten toimintojen rakenne

Kognitiivinen prosessointi tai tiedonkäsittely on yläkäsite erilaisille toiminnoille, kuten tarkkaavuudelle, havaitsemiselle, oppimiselle, muistamiselle ja päättelylle. Kognitiiviset osa-alueet voidaan edelleen jakaa joukkoon erilaisia, osittain päällekkäisiä, keskenään

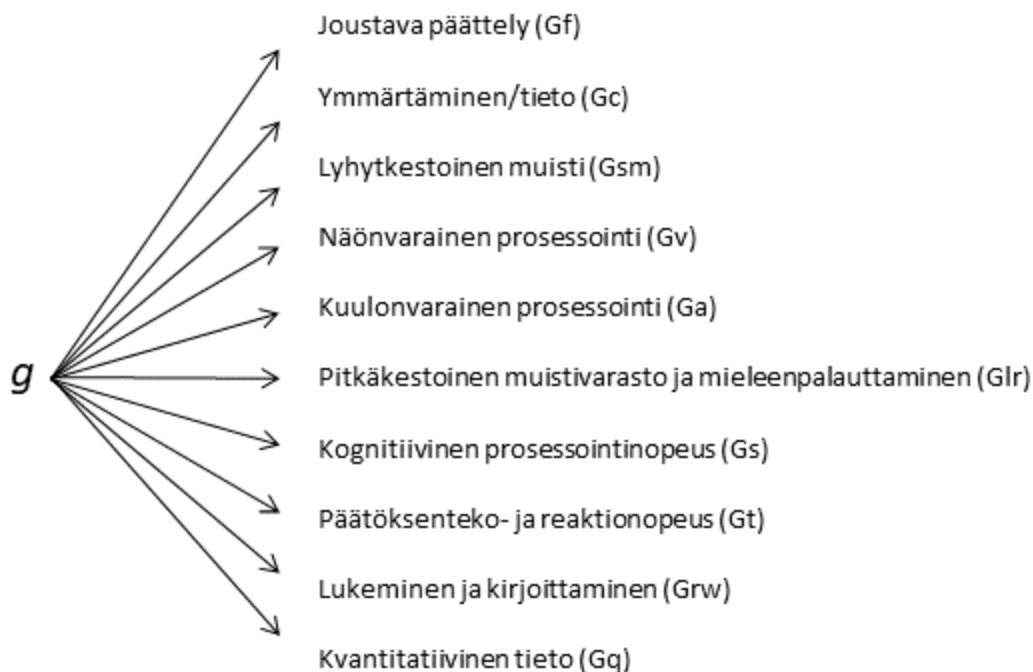
vuorovaikuttavia prosesseja (Luria, 1973; Pennington, 2008), ja lisäksi ne voidaan jaotella prosessoitavan tiedon modaliteetin mukaan esimerkiksi näönvaraisiin ja kielellisiin taitoihin. Tätä kognition osa-alueiden muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan kognitiivisten toimintojen rakenteeksi.

Psykometrisessa lähestymistavassa kognitiiviset osa-alueet nähdään kykyinä, jotka voidaan määrittää yksilöiden välisen vaihtelun perusteella (Gardner & Clark, 1992). Useimmat kognitiiviset kyvyt nähdään väestössä normaalisti jakautuneina ominaisuuksina, ja ne määritellään korrelaatioihin perustuvien faktorianalyysien avulla: erilaisiin tehtäviin vaikuttaa jokin yhteinen kognitiivinen kyky, jos suoriutuminen näissä tehtävissä vaihtelee samassa suhteessa yksilöiden välillä (Gardner & Clark, 1992). Näitä periaatteita käytetään erilaisissa kognitiivisissa arviointimenetelmissä, esimerkiksi kehityksellisten häiriöiden tunnistamisen apuna.

Kognitiivisten kykyjen teorioista tähän mennessä tutkituin on Cattell-Horn-Carroll -teoria (myöhemmin CHC), joka on vaikuttanut merkittävästi käsitykseen aikuisten kognitiivisten kykyjen rakenteesta (Alfonso, Flanagan & Radwan, 2005). Teoria on vaikuttanut moniin nykyisin laajalti käytössä oleviin kognitiivisten kykyjen arviointimenetelmiin (esim. leikki-ikäisten kognitiivisten kykyjen arviointimenetelmä WPPSI-III, Wechsler, 2009). CHC-teoria perustuu Cattellin (1943) joustavan (engl. *fluid*; pääasiassa biologisten tekijöiden määrittämät kyvyt, esimerkiksi näönvarainen päättely) ja kiteytyneen (engl. *crystallized*; pääasiassa kokemusten, oppimisen ja sosiaalistumisen perusteella hankitut kyvyt, esimerkiksi lukutaito) älykkyyden teoriaan sekä Carrollin (1993) kolmen tason teoriaan (engl. *three-stratum theory*). CHC-teoria on hierarkkinen (kuva 1): siinä yksilöiden välistä vaihtelua yli 80 erilaisessa kognitiivisessa toiminnossa (taso 1) selitetään kymmenen erilaisen kyvyn (taso 2) avulla (McGrew, 2009). Näitä osa-alueita puolestaan selittää osittain vielä yleinen kykytekijä, niin kutsuttu g-faktori (taso 3) (McGrew, 2009).

Yleisen kykytekijän käsitteellä selitetään erilaisten kognitiivisia kykyjä mittaavien tehtävien voimakasta keskinäistä korrelaatiota (Spearman, 1904). Yleisen kykytekijän on ajateltu olevan jokin yleisempi kognitiivinen kyky, joka vaikuttaa kaikissa kognitiivisissa tehtävissä suoriutumiseen: sen on luonnehdittu kuvaavan muun muassa kognitiivisen prosessoinnin tehokkuutta tai työmuistia (katsaus: Deary, 2002). Yleinen kykytekijä ei kuitenkaan välttämättä ole yksittäinen ominaisuus: on esimerkiksi ehdotettu, että kykytestien korrelaatioita voi selittää se, että erilaisia kykyjä mittaaviin tehtäviin tarvitaan osittain samoja kognitiivisia prosesseja

(Bartholomew, Deary & Lawn, 2009). Lisäksi nämä kognitiiviset prosessit eivät kehity toisistaan erillään, vaan ne vaikuttavat toisiinsa kehittyessään, mikä voi myös osaltaan selittää korrelaatioita (van der Maas, Dolan, Grasman, Wichert, Huizenga & Raijmakers, 2006). Erään näkemyksen mukaan positiiviset korrelaatiot johtuvat erilaisten tekijöiden, kuten perintötekijöiden, sikiökehityksen aikaisen ympäristömyrkyille ja päihteille altistumisen sekä lapsuudenaikaisten sairauksien, kumuloituvasta ja samanaikaisesta vaikutuksesta yksilön ominaisuuksiin (van der Maas ym., 2006). Yleisen kykytekijän käsitettä voidaan kuitenkin käyttää kuvastamaan kykytestien välisiä korrelaatioita ottamatta kantaa siihen, mistä ne johtuvat (Deary, 2002; van der Maas ym., 2006).



Kuva 1. CHC-teorian kaksi tasoa kognitiivisten kykyjen rakenteesta McGrewin (2009) mukaan. Kolmannen tason muodostavat yli 80 erilaista kykyä.

Aikuisten kognitiivisia kykyjä kuvaavat teoriat eivät välttämättä ole sovellettavissa alle 7-vuotiaiden lasten kognitiivisten toimintojen tai kykyjen rakenteen tarkasteluun. Tällaiset aikuisten aivovauriopotilaisiin pohjautuvat teoriat eivät ota huomioon leikki-iässä tapahtuvaa aivojen ja tiedonkäsittelytoimintojen kehitystä (Jarratt, 2005; Karmiloff-Smith, 2013; Stinnett, Oehler-Stinnett, Fuqua & Palmer, 2002). Nimenomaan leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen tai kykyjen rakenteeseen keskittyvää teoriaa ei kuitenkaan ole (Tusing & Ford, 2004). Kognitiivinen kehitys tulisikin huomioida leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen rakennetta tarkastellessa.

1.2 Kognitiivisten toimintojen kehitys leikki-iässä

Kognitiivisten toimintojen ajatellaan kehittyvän rinnakkain aivojen kanssa (esim. Casey, Giedd & Thomas, 2000; Casey, Tottenham, Liston & Durston, 2005), ja leikki-ikä on tässä kehityksessä tärkeä vaihe (Brown & Jernigan, 2012). Leikki-iässä esimerkiksi sanavarasto kasvaa ja motoriset sekä tarkkaavuuden ylläpitämisen taidot edistyvät nopeasti.

Ei ole selkeää yksimielisyyttä, miten kognitiiviset toiminnot kehittyvät suhteessa toisiinsa. Kognitiivisten toimintojen kehitys voi olla erillistä ja itsenäistä kullakin osa-alueella (myöhemmin osa-aluespesifisyys, engl. *domain-specific*) tai jokin laaja-alainen kehityksen mekanismi voi vaikuttaa samanaikaisesti eri osa-alueisiin (engl. *domain-general*). Osa-aluespesifissä kognition kehityksessä lapsen perimä ohjaa kunkin kognition osa-alueen kehitystä, ja nämä osa-alueet kehittyvät toisistaan erillisinä (esim. Baillargeon & Carey, 2012). Esimerkiksi eriaikaisten herkkyyskausien on ajateltu heijastavan osa-alueiden itsenäistä kypsymistä (Geary & Björklund, 2003). Laaja-alaiset kehityksen mekanismit puolestaan vaikuttavat useampien, osittain päällekkäisten kognitiivisten toimintojen eriytymiseen (Johnson, 2011). Esimerkki laaja-alaisesta kehityksen mekanismista voisi puolestaan olla sellaisten toimintojen kehittyminen, jotka mahdollistavat useamman muun kognitiivisen toiminnon kehityksen, kuten työmuisti ja pitkäkestoinen muisti sekä mentaalisten representaatioiden, eli objekteja ja asioita vastaavien mielensisäisten vastineiden, muodostuminen. Näiden avulla useat muut kognitiiviset prosessit voivat kehittyä; esimerkiksi representaatioiden muodostumisen myötä yksilö voi alkaa koostaa, yhdistellä tai luokitella tietoa. On todennäköistä, että kognitiiviset toiminnot kehittyvät osittain osa-aluespesifisti ja osittain laaja-alaisen kehityksen mekanismien vaikutuksesta: biologiset tekijät voivat käynnistää tietyn kognitiivisen toiminnon kehityksen, mutta eriytyminen tapahtuu aktiivisesti ja konstruktivisesti ympäristön ja muiden toimintojen kanssa vuorovaikuttaen (Karmiloff-Smith, 2015).

Kognitiivisten toimintojen ja prosessien kehittymistä leikki-iässä voidaan kuvata hierarkkisilla malleilla. Tätä havainnollistetaan toiminnanohjauksen osa-alueiden ja prosessointinopeuden esimerkkien avulla. Toiminnanohjauksen tapauksessa erilaisten alemman tason osa-alueiden kehittymistä tarvitaan, jotta ylemmän tason osa-alueet voivat kehittyä. Kehittyvä prosessointinopeus puolestaan vaikuttaa useampien kognitiivisten toimintojen kehittymiseen. Garonin, Brysonin ja Smithin (2008) teorian mukaan toiminnanohjauksen toimintojen kehittyminen etenee hierarkkisesti vaihe vaiheelta: tarvitaan riittävä kyky kohdentaa

tarkkaavuus oikeaan kohteeseen ja ylläpitää tarkkaavuutta ennen kuin monimutkaisemmat työmuistin keskusyksikön prosessit ovat mahdollisia, ja toisaalta tietäntyyppisiä työmuistiprosesseja tarvitaan, jotta häiritseviä ärsykeitä ja toimintoja voidaan inhiboida ja jotta lopulta tarkkaavuutta voidaan joustavasti siirrellä kohteesta toiseen. Erilaiset toiminnanohjauksen taidot ovat lisäksi merkittäviä myös muiden taitojen, kuten luku- ja kirjoitustaitojen ja sanaston (McClelland, Cameron, Connor, Farris, Jewkes & Morrison, 2007) sekä sosioemotionaalisten taitojen (Riggs, Jahromi, Razza, Dillworth-Bart & Müller, 2006) omaksumisessa. Kehittyvä prosessointinopeus (tiedonkäsittelyn nopeus ja tehokkuus; Kail & Salthouse, 1994) voi puolestaan vaikuttaa kognitiivisen suoriutumisen paranemiseen iän myötä laajalti erilaisissa tehtävissä, ja tämä onkin havaittu esimerkiksi erilaisissa toiminnanohjauksen osa-alueita arvioivissa tehtävissä (esim. Christ, White, Mandernach & Keys, 2001; Rose, Feldman & Jankowski, 2011) sekä matematiikan ja lukemisen tehtävissä (Rose ym., 2011). Eräiden näkemysten mukaan omaksumisvaiheessa uusi kognitiivinen taito tai mentaalinen representaatio kilpailee muiden, jo olemassa olevien taitojen tai representaatioiden kanssa, ja hiljalleen tämän prosessin myötä uusi taito tai representaatio integroituu koordinoituksi osaksi kokonaisuutta (Fischer & Rose, 1994; Westermann, Mareschal, Johnson, Sirois, Spratling & Thomas, 2007).

1.3 Leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen rakenne

Leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen rakennetta ja sen eroja verrattuna vanhempien lasten tai aikuisten kognitiivisten toimintojen rakenteeseen voidaan lähestyä eriytymishypoteesin näkökulmasta (engl. *age differentiation hypothesis*; Garrett, 1946). Eriytymishypoteesin mukaan yleinen kykytekijä selittää yksilöiden välistä vaihtelua paremmin nuoremmilla kuin vanhemmilla, ja näin ollen erilaisten tiedonkäsittelyn osa-alueiden väliset korrelaatiot pienenevät iän ja kehityksen myötä (Garrett, 1946). Cattell (1971) on selittänyt ilmiötä siten, että iän karttuessa kognitiiviseen suoriutumiseen vaikuttavat enemmän spesifimmät kyvyt ja taidot, jotka kehittyvät kokemusten, oppimisen, kiinnostuksenkohteiden ja valintojen seurauksena (engl. *investment theory*). Onkin mahdollista, että kykyihin vaikuttavien biologisten ja kokemuksiin perustuvien tekijöiden suhteelliset osuudet muuttuvat iän myötä hermoston kehittyessä (Li, Lindenberger, Hommel, Aschersleben, Prinz & Baltes, 2004). Pitkästä historiastaan huolimatta eriytymishypoteesi on yhä hypoteesi; näyttöä on sekä sen puolesta että sitä vastaan. Osa-alueiden eriytymistä on havaittu korrelaatio- ja faktorianalyysitutkimuksissa verratessa leikki-ikäisiä lapsia niin vanhempiin lapsiin (esim.

Hülür, Wilhelm & Robitzsch, 2011; Martins, Alves & Almeida, 2016; Mungas ym., 2013) kuin aikuisiinkin (esim. Kane & Brand, 2006; Li, ym., 2004; Rizeq ym., 2017); toisaalta on olemassa vastakkaisia tai osittain vastakkaisia tuloksia verratessa leikki-ikäisiä vanhempiin lapsiin (esim. Brito, Almeida, Ferreira & Guisande 2011; Martins, Soares, Brito, Lemos, Alves & Almeida, 2017; Rietveld, Dolan, van Baal & Boomsma, 2003). Eriytymistä ei lisäksi olla havaittu useammassa tutkimuksessa verratessa kouluikäisiä lapsia nuoriin tai aikuisiin (esim. Juan-Espinosa, Cuevas, Escorial & García, 2006; Molenaar, Dolan, Wicherts & van der Maas, 2010).

Leikki-ikäisten lasten kognitiivisten toimintojen tutkiminen erillään toisistaan on vaikeampaa kuin vanhemmilla lapsilla ja aikuisilla useasta tekijästä johtuen. Ylemmän tason kognitiivisia toimintoja arvioivissa tehtävissä suoriutuminen on usein riippuvaista arvioitavan toiminnon lisäksi myös muista kognitiivisista toiminnoista (engl. *task impurity*; Miyake ym., 2000). Pienten lasten suoriutumiseen vaikuttavat tämän lisäksi kehitystasolle tyypilliset voimakkaampi häiriöherkkyys, lyhyempi tarkkaavuuden ylläpito ja vieraan ihmisen tai ympäristön arastelu (Anderson & Reidy, 2012; Vacc & Ritter, 1995). Nämä tekijät saattavat lisätä korrelaatioita erityyppistenkin tehtävien välillä. Yksittäisen tutkimustilanteen tai toimintoa arvioivan tehtävän perusteella leikki-ikäisen suoriutumista ei välttämättä voida siis tulkita luotettavasti.

1.3.1 Leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen rakenteen malleja

Kattavaa teoriaa tai mallia nimenomaa leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen rakenteesta ei ole. Aiemmat tutkimukset aiheesta ovat pääsääntöisesti joko kognitiivisten toimintojen arviointimenetelmien validointitutkimuksia, joissa on tarkasteltu menetelmien kykyä mitata haluttuja ilmiöitä, tai niissä on keskitytty johonkin aikuisten kognitiivisten kykyjen teoreettisista malleista: yleisen kykytekijän malliin (Spearman, 1904), kiteytyneen ja joustavan kykytekijän malliin (Cattell, 1943), kielellisen ja ei-kielellisen tiedonkäsittelyn malliin (Vernon, 1961) tai CHC-teoriaan pohjautuvaan malliin (Carroll, 1993). Osassa tutkimuksia on tarkasteltu neurokognitiivisia perusprosesseja eksploraatiivisesti (Kervinen, 2015; Jarratt, 2005; Stinnett ym., 2002). Yhteistä tutkimuksille on se, että niissä on tarkasteltu kognitiivisten toimintojen rakennetta leikki-ikäisissä ja analyysimenetelmänä on käytetty konfirmatorista tai eksploraatiivista faktorianalyysia.

Leikki-ikäisten kognition osa-alueiden arviointiin käytetään erilaisia menetelmiä, joissa kussakin on jokin näkökulma kognitiivisten toimintojen rakenteesta. Suomessa yleisimmin käytetyt leikki-ikäisten kognition arviointimenetelmät ovat NEPSY-II ja WPPSI-III

(Kuuskorpi, 2012). WPPSI-III-menetelmässä osatestit mittaavat neljää kognition ylemmän tason osa-aluetta: kielellistä päättelyä, ei-kielellistä päättelyä, prosessointinopeutta ja kielen kehitystä (Wechsler, 2009). Uudemmassa versiossa WPPSI-IV:ssä puolestaan osatesteillä arvioitavat latentit tekijät ovat kielellinen ymmärtäminen, visuospatiaalinen prosessointi, joustava päättely, prosessointinopeus ja työmuisti (Wechsler, 2012). Kumpikin versio on validoitu faktorianalyysillä (Wechsler, 2009 [suomalainen laitos]; Wechsler, 2012). Neurokognitiivisten perustoimintojen arviointiin käytetyillä NEPSY-II-menetelmän osatesteillä arvioidaan kuutta neurokognitiivisten perustoimintojen osa-aluetta: tarkkaavuutta ja toiminnanohjausta, muistia ja oppimista, sensorimotorisia toimintoja, sosiaalista havaitsemista ja visuospatiaalisia toimintoja (Korkman, 2008a; 2008b). NEPSY-II-menetelmän rakennetta ei ole validoitu faktorianalyysin avulla, ja vaikka sen osatestit on käsikirjassa jaoteltu aiemmin mainittujen osa-alueiden alle, osatestien ei ajatella mittaavan yksittäisiä osa-alueita puhtaasti (Korkman, 2008b). Pienten lasten kognitiivisia toimintoja voidaan tarkastella myös oppimisvalmiuksien näkökulmasta. Nopean sarjallisen nimeämisen tehtävässä (RAN, Ahonen, Tuovinen & Leppäsaari, 1999) arvioidaan tuttujen nimikkeiden mielestä hakemisen ja tuottamisen nopeutta. Suoriutuminen ennustaa lukemisen ja kirjoittamisen oppimista ja sen haasteita, on yhteydessä moniin kielellisiin ja ei-kielellisiin taitoihin, ja siihen vaikuttavat yksittäiset lukemiseen tarvittavat toiminnot (kuten muistista haku tai sanantunnistus) tai yleisemmät toiminnot (kuten taitojen automatisoituminen tai prosessointinopeus) (katsaus: Heikkilä, 2005).

Edellä mainituissa menetelmissä ehdotettujen rakenteiden lisäksi on tutkittu erilaisia mahdollisia kognitiivisten toimintojen rakenteita. Tiedossa on kolme tutkimusta, joissa binäärinen jako kielellisiin ja ei-kielellisiin taitoihin selitti leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen rakennetta parhaiten (Brito ym., 2011; Rietveld ym., 2003; Tideman & Gustafsson, 2004). Kaikissa kahden faktorin ratkaisua verrattiin ainoastaan yhden faktorin ratkaisuun, ja tutkittuja kognitiivisia tehtäviä oli verrattain vähän (6–11 kpl). Niissä ei siis tarkasteltu, erottuuko myös muita osa-alueita kielellisten ja ei-kielellisten taitojen lisäksi. Näiden tutkimusten perusteella vaikuttaa kuitenkin siltä, että leikki-iässä kielellinen ja näönvarainen tiedonkäsittely ovat jossain määrin erottuneet toisistaan.

Leikki-ikäisillä ei olla tähän mennessä havaittu CHC-teorian mukaista kymmentä kognition osa-aluetta, mutta teorian soveltuvuutta leikki-ikäisille on tutkittu niistä osalla. Parhaiten leikki-ikäisillä replikoituneet CHC-teorian osa-alueet ovat ymmärtäminen/tieto (Gc; Chang, Paulson, Finch, McIntosh & Rothlisberg, 2014; Martins ym., 2016; Morgan ym., 2009; Mungas ym.,

2013; Tusing & Ford, 2004) ja lyhytkestoinen muisti (Gsm; Martins ym., 2016; Morgan ym., 2009; Tusing & Ford, 2004). Näyttöä on myös sen puolesta, että pitkäkestoinen muisti/oppiminen (Glr; Morgan ym., 2009; Tusing & Ford, 2004), näönvarainen prosessointi (Gv; Martins ym., 2016; Morgan ym., 2009; Tusing & Ford, 2004) sekä kirjainten nimeämistarkkuus (lukemisen ja kirjoittamisen osa-alue Grw; Mungas ym., 2013) ovat leikki-iässä kognitiivista suoriutumista selittäviä tekijöitä ja näin ollen erottuneet muista kognition osa-alueista. Sen sijaan esimerkiksi joustava päättely ei välttämättä ole vielä leikki-iässä erottunut muista kognitiivisista toiminnoista tai jokin muu kognitiivinen toiminto vaikuttaa suoriutumiseen sitä arvioivissa tehtävissä voimakkaammin (Chang ym., 2014; Mungas ym., 2013; Tusing & Ford, 2004; Ward, Rothlisberg, McIntosh & Bradley, 2011), eikä kvantitatiivisen tiedon osa-aluetta (Gq) olla tähän mennessä havaittu erillisenä. On myös ehdotettu, että leikki-ikäisillä CHC-teorian mukaiset osa-alueet eivät ole vielä lainkaan eriytyneet, ja yleinen kykytekijä itse asiassa selittää suoriutumista tässä ikäryhmässä (Ward ym., 2011). Aikuisten CHC-teorian mukainen kognitiivisten kykyjen rakenne ei siis todennäköisesti sovi ainakaan täysin kuvaamaan leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen rakennetta.

Leikki-ikäisten neurokognitiivisien perusprosessien rakentumisesta ei ole yksimielisyyttä. NEPSY-menetelmän rakennetta tarkastelleissa tutkimuksissa vaihtelua selitti vain yksi faktori, kielelliset taidot, mikä tulkittiin niin, että kielelliset taidot suurimmaksi osaksi selittävät vaihtelua leikki-ikäisten kognitiivisessa suoriutumisessa (Jarratt, 2005; Stinnett, ym., 2002). Stinnett ym. (2002) tutkimuksessa kokonaisvaihtelusta saatiin kuitenkin selitettyä vain pieni osa. Jarrattin (2005) tutkimuksessa kolmen faktorin malli, jossa vaihtelua selittivät kielellinen, sensorinen ja visuospatiaalinen faktori, oli yhtä sopiva kuin yhden faktorin malli, ja yhden faktorin ratkaisuun päädyttiin tutkimuksessa yksinkertaisuusperiaatteen vuoksi. Kervinen (2015) tutki NEPSY-II-menetelmän rakennetta eksploratiivisella faktorianalyysillä, ja havaitsi, että 3–4-vuotiaiden ja 5–6-vuotiaiden faktorirakenteet olivat hieman erilaiset. Nuoremmalla ikäryhmällä muodostuivat kielellinen, visuospatiaalinen/-motorinen, prosessointinopeuden/hienomotoristen toimintojen ja inhibition faktorit. Kielelliselle faktorille latautuivat menetelmän käsikirjan mukaan kielellisiä toimintoja mittaavien tehtävien lisäksi Lauseiden toistaminen, Mielen teoria ja Tunteiden tunnistaminen. Inhibition faktori selitti vaihtelua vain yhdessä tehtävässä. Viisi–kuusivuotiaiden ikäryhmän rakenne oli muuten samanlainen kuin neljävuotiaiden, mutta hienomotorisia toimintoja mittaavat tehtävät latautuivat prosessointinopeuden faktorin sijaan visuospatiaaliselle/-motoriselle faktorille – mahdollisesti

siksi, että erot hienomotorisissa taidoissa tasoittuvat iän myötä, eivätkä näin ollen vanhemmilla leikki-ikäisillä vaikuttaneet suoriutumiseen prosessointinopeutta arvioivassa tehtävässä. Prosessointinopeuden faktorille puolestaan latautui 5–6-vuotiailla toiminnanohjaukseen ja työmuistiin liittyviä tehtäviä, ja neljännelle faktorille latautuivat tehtävät, jotka vaativat paitsi inhibitiota, myös tarkkaavuuden kohteen joustavaa vaihtamista ja oppimista.

Faktorianalyysissa havaitut rakenteet voivat muodostua monenlaisten tekijöiden vaikutuksesta. Tällaisia tekijöitä ovat tehtävien erottelevuus ja erilaisten perusprosessien sekä ylemmän tason toimintojen vaikutus. Esimerkiksi CHC-teoria perustuu nimenomaan siihen, että faktorianalyysin avulla on määritetty ylemmän tason kykyjä, joita erilaisilla tehtävillä voidaan mitata. Tämä ei kuitenkaan ole ainoa tulkintavaihtoehto. Erilaiset alhaalta-ylös- (engl. *bottom-up*) tai ylhäältä-alas-mekanismit (engl. *top-down*) voivat vaikuttaa faktorianalyysin tuloksiin: yhtäältä jokin perustason taito voi vaikuttaa suoriutumiseen jotakin korkeamman tason toimintoa arvioivassa tehtävässä (esim. foneemien havaitseminen sanaston omaksumiseen), ja toisaalta jokin korkeamman tason taito voi vaikuttaa jotakin alemman tason prosessia arvioitaessa (esim. strategian käyttö työmuistitehtävässä) (Pennington, 2008). Saattaa olla, että erilaisten tehtävien ratkaisemiseen tarvitaan useampia samanlaisia, osin päällekkäisiä perusprosesseja tai strategioita. Myös tehtävien erottelevuus leikki-ikässä voi vaikuttaa faktorianalyysissa havaittuun kognitiivisten toimintojen rakenteeseen, sillä mitä erottelevampi tehtävä, sitä voimakkaammat korrelaatiot muihin tehtäviin todennäköisesti ovat (Tusing & Ford, 2004). Vahvasti erotteleva tehtävä selittää yksilöiden välistä vaihtelua paremmin kuin heikosti erotteleva tehtävä. Esimerkiksi alle 3-vuotiaita lapsia erottelevat parhaiten sensorimotoriset tehtävät, kun taas sitä vanhemmilla lapsilla kielelliset kyvyt nousevat vahvimaksi erottelijaksi (Gardner & Clark, 1992).

Yhteenvetona voidaan todeta, että tietoa leikki-ikäisen kognitiivisten toimintojen tai kykyjen rakenteesta on suhteellisen vähän. Toimintojen rakennetta voidaan lähestyä aikuisiin perustuvien kognitiivisten kykyjen teorioiden ja neurokognitiivisten perusprosessien kautta. Tutkimusten tulokset eivät ole tähän mennessä olleet johdonmukaisia, mitä selittää todennäköisesti pitkälti se, että tutkimuksissa on käytetty vaihtelevaa määrää tehtäviä ja nämä tehtävät ovat voineet vaatia erilaisia kognitiivisia toimintoja. Leikki-ikäisiksi laskettavien 3-vuotiaiden ja 6-vuotiaiden kognitiivisten toimintojen rakenteissa voi olla eroja, joten osittain epäjohdonmukaiset tulokset voivat johtua myös tutkimuksissa käytettyjen ikäryhmien eroista. Lisäksi käytettyjen tehtävien erottelevuus on voinut vaihdella tutkimuksesta toiseen. Aiemmissa tutkimuksissa leikki-ikäisten kognitiivisen suoriutumisen vaihtelua selittää

parhaiten yhdestä viiteen latenttia tekijää. Aiemman tutkimuksen perusteella vain yksi latentti tekijä (yleinen kykytekijä) ei kuitenkaan todennäköisesti riitä selittämään kognitiivisten toimintojen vaihtelua leikki-ikäisillä, vaan vaikuttaa siltä, että toiminnot ovat eriytyneet vähintään prosessoitavan tiedon modaliteetin suhteen (Brito ym., 2011; Martins ym., 2016; Mungas ym., 2013; Rietveld ym., 2003; Tideman & Gustafsson, 2004; Tusing & Ford, 2004; ks. toisaalta Stinnett ym., 2002; Ward ym., 2011).

1.3.2 Kehitykselliset häiriöt ja kognitiivisten toimintojen rakenne

Kehityksellisiä häiriöitä lähestytään tutkimuksissa usein niin, että häiriöön liittyy vain jokin yksittäinen kognitiivinen poikkeavuus (Karmiloff-Smith, 2013; Pennington, 2006). Esimerkiksi lukemisen ja kirjoittamisen vaikeuteen (myöhemmin lukivaikeus) liittyvien piirteiden on joissain yhteyksissä ajateltu johtuvan ainoastaan tarkkaan rajatuista fonologisen prosessoinnin vaikeuksista (Pennington, 2006). Tämä liittyy siihen, että kehityksellisten häiriöiden neuropsykologisen tutkimuksen juuret ovat aikuisneuropsykologiassa, jossa kognitiivisten toimintojen mekanismeja on usein tarkasteltu paikallisen aivovaurion saaneiden aikuisten kognition poikkeavuuksien avulla (Karmiloff-Smith, 2013). Todellisuudessa kognition eri osatoiminnot käyttävät usein etenkin kehitysvaiheessa samoja hermoverkkoja, ja kehityksellisissä häiriöissä vaikeudet harvemmin rajoittuvat yksittäisiin toimintoihin (Karmiloff-Smith, 2013). Myös aivojen toiminnassa on lieviä poikkeavuuksia useilla alueilla yksittäisten, rajattujen alueiden sijaan (Karmiloff-Smith, 2013). Lisäksi erilaisten kehityksellisten häiriöiden esiintyminen yhdessä on yleistä. Esimerkiksi kielihäiriön omaavilla lapsilla vaikuttaa olevan tyypillisesti kehittyviin lapsiin verrattuna enemmän esimerkiksi aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriöihin (Müller & Tomblin, 2012) ja lukivaikeuteen (Catts, Adlof, Hogan & Weismer, 2005; Ramus, Marshall, Rosen & van der Lely, 2013) liitettyjä haasteita. Joillakin kehityksellisillä häiriöillä on yhteisiä perintötekijöitä, mikä myös viittaa niiden osin päällekkäiseen etiologiaan. Esimerkiksi kaikki kielihäiriöön liitetyt geenivariantit eivät ole spesifejä ainoastaan kielihäiriölle: osa liittyy lisäksi muihin kehityksellisiin häiriöihin, kuten autismikirjon häiriöihin ja lukivaikeuteen (Deriziotis & Fisher, 2017).

Toisaalta kehityksellisiin häiriöihin liittyy kompensatiota, eli prosesseja, joiden avulla käyttäytymisen tasolla toiminnot näyttäytyvät tyypillisinä tai oletettua parempina joistakin epätyypillisesti kehittyvistä kognitiivisista toiminnoista huolimatta (Livingston & Happé 2017). Käyttäytymisen tasolla näkyviä toimintoja suoritetaan siis tyypillisestä poikkeavalla tavalla hermostollisella tai kognitiivisella tasolla (Livingston & Happé 2017). Esimerkiksi

Ullman ja Pullman (2015) ovat ehdottaneet kehityksellisten häiriöiden kognitiiviseksi kompensatiomekanismiksi deklarativista muistia, eli järjestelmää, jonka avulla opitaan, varastoidaan ja palautetaan mieleen tietoa tapahtumista tai yleisestä tiedosta (Squire, 1992).

Erilaiset kehitykselliset häiriöt ja niihin liittyvät kognition poikkeavuudet ovat siis osittain päällekkäisiä, eivätkä kognitiiviset toiminnot kehity toisistaan erillään. Yhteydet näyttäytyvät paitsi kognitiivisina poikkeavuuksina useammilla osa-alueilla, myös kompensatorisina prosesseina. Kognitiivisten toimintojen yhteydet toisiinsa voivat siis näkyä kehityksellisissä häiriöissä, kuten kielihäiriössä, erilaisina kuin tyypillisesti kehittyvillä lapsilla.

1.4 Kehityksellinen kielihäiriö ja kognitiivisten toimintojen rakenne

1.4.1 Kehityksellinen kielihäiriö

Kehityksellinen kielihäiriö on kehityksen häiriö, jossa kielellinen toimintakyky ei kehity ikätasoisesti, vaikka ei-kielellinen kehitys on tyypillisen rajoissa, ja kielellisten kykyjen haasteet eivät johdu kuulovaikeudesta, neurologisesta vauriosta tai sairaudesta, ympäristö- tai muista tekijöistä (ICD-11; ks. esim. Baird & Norbury, 2016). Kielihäiriössä esiintyy vaikeuksia puheen ymmärtämisessä, tuottamisessa tai molemmissa, ne voivat liittyä esimerkiksi fonologiaan, syntaksiin, nimeämiseen ja sanastoon, pragmatiikkaan sekä kielelliseen oppimiseen ja muistiin, ja erilaisten ongelmien ilmeneminen ja niiden vaikeusaste vaihtelevat yksilöstä toiseen (ks. esim. Bishop, Snowling, Thompson & Greenhalgh, 2017). Kielihäiriön etiologia on geneettinen, ja sen periytyvyysaste on korkea (Lee, Müller & Tomblin, 2016). Kielihäiriöön vaikuttavia yksittäisiä perintötekijöitä ei toistaiseksi tunneta hyvin, mutta ajatellaan, että kielellisiin taitoihin vaikuttavat useat perintö- ja ympäristötekijät samanaikaisesti, ja ne vaihtelevat yksilöstä toiseen (Li & Bartlett, 2012; Newbury & Monaco, 2010; Reader, Covill, Nudel & Newbury, 2014). Kielelliset vaikeudet ovat yleisiä – esiintyvyys on 3–10 % riippuen määrittelytavasta (Norbury ym., 2016). Vaikka kielihäiriön merkittävimmät kielelliset vaikeudet painottuvat tyypillisesti lapsuusaikaan, vaikutukset usein näkyvät vielä nuoruudessa ja aikuisuudessakin haasteina akateemisilla ja sosioemotionaalisilla elämän osa-alueilla (Arkkila, 2009).

1.4.2 Kielihäiriön neurokognitiiviset poikkeavuudet

Kehitykselliseen kielihäiriöön liittyy erilaisia aivotoiminnan ja aivojen rakenteen poikkeavuuksia (Bishop, 2007). Kielihäiriöisten lasten aivojen toiminta eroaa tyypillisesti kehittyvien lasten aivoista kielen tuottamiseen ja ymmärtämiseen liitetyillä alueilla (esim. *inferior frontal gyrus*; *posterior superior temporal gyrus*, ja *caudate nucleus*; Badcock, Bishop, Hardiman, Barry & Watkins, 2012; De Fossé ym., 2004). Tyypillisesti kehittyvillä lapsilla kielelliseen tiedonkäsittelyyn liittyvät alueet (esim. *planum temporale*) ovat painottuneet enemmän vasemmalle aivopuoliskolle kuin oikealle, ja on näyttöä siitä, että kielihäiriössä tämä lateralisaatio on vähäisempi (De Fossé ym., 2004). Ei ole selvää, ovatko erot aivojen toiminnassa tai lateralisaatiossa kielihäiriölle altistavia tekijöitä vai pikemminkin seurausta aivojen poikkeavasta muovautumisesta kielellisten haasteiden myötä (Bishop, 2013).

Kielihäiriötä on pyritty selittämään kahdenlaisilla teorioilla: yhtäältä sellaisilla, jotka perustuvat kielellisiin taitoihin ja toisaalta sellaisilla, jotka perustuvat tiedonkäsittelyyn laajemmin. Kielellisiin taitoihin pohjautuvien teorioiden mukaan kielihäiriöön liittyvät vaikeudet rajoittuvat kieleen: on esimerkiksi ehdotettu, että kielihäiriö on kieliopillisen järjestelmän häiriö (esim. Clahsen, 1989). Kielihäiriöön on toisaalta havaittu liittyvän lieviä poikkeavuuksia monenlaisilla erilaisilla osa-alueilla puhtaasti kielellisten vaikeuksien (fonologian, syntaksin, nimeämisen, sanaston ja pragmatiikan; Bishop ym., 2017) lisäksi: esimerkiksi kielellisessä ja ei-kielellisessä päättelyssä (meta-analyysi: Gallinat & Spaulding, 2014), toiminnanohjauksessa (meta-analyysit: Ebert & Kohnert, 2011; Pauls & Archibald, 2016), tarkkaavuudessa (meta-analyysi: Ebert & Kohnert, 2011), kielellisessä ja ei-kielellisessä työmuistissa ja lyhytkestoisessa muistissa (meta-analyysit: Ebert & Kohnert, 2011; Vugs, Cuperus, Hendriks & Verhoeven, 2013; katsaus: Montgomery, Magimairaj & Finney, 2010), proseduraalisessa oppimisessa (meta-analyysi: Lum, Conti-Ramsden, Morgan & Ullman, 2014), fonologisessa tietoisuudessa (esim. Thatcher, 2010), sosiaalisessa kognitiossa (katsaus: Vissers & Koolen, 2016), visuomotorisissa toiminnoissa (esim. Sanjeevan, Rosenbaum, Miller, van Hell, Weiss & Mainela-Arnold, 2015) sekä prosessointinopeudessa (esim. Leonard, Weismer, Miller, Tomblin, Francis & Kail, 2007). Siitä, miten muut tiedonkäsittelyn poikkeavuudet ja kielelliset vaikeudet ovat toisiinsa yhteydessä, ei ole yksimielisyyttä. Joidenkin näkemysten mukaan laajemmat kognitiiviset poikkeavuudet ovat kielellisten vaikeuksien taustalla. Voi olla, että kaikkiin poikkeavuuksiin vaikuttaa jokin yhteinen taustatekijä. Toisaalta jokin poikkeava, varhain kehittyvä ominaisuus voi aiheuttaa myöhemmille kehityksen eri osa-alueille kumuloituvia vaikeuksia. Taustamekanismeiksi on

ehdotettu laajempia poikkeavuuksia kognitiivisessa prosessoinnissa, esimerkiksi kognitiivisen prosessoinnin hidastumista (Leonard ym., 2007) ja spesifimpiä poikkeavuuksia esimerkiksi tahattomassa proseduraalisessa oppimisessa (Ullman & Pierpont, 2005). Todennäköisesti kielihäiriön taustamekanismeja on useampia (Bishop, 2006).

Prosessointinopeudella ja kielellisellä työ- ja lyhytkestoisella muistilla voi olla erityinen rooli kielellisessä kehityksessä, etenkin sanaston ja kielellisen tiedon omaksumisessa (Baddeley, Gathercole & Papagno, 1998; Leonard ym., 2007). Kailin ja Salthousen (1994) teorian mukaan prosessointinopeus voidaan nähdä eräänlaisena kapasiteettina tai voimavarana: nopeampi tiedonkäsittely parantaa suoriutumista erilaisilla kognition osa-alueilla etenkin, jos käytettävissä oleva aika on rajattu. Mitä hitaampaa fonologinen tiedonkäsittely on, sitä vaikeampaa on ehtiä prosessoimaan pidempiä kielellisiä sarjoja, kuten lauseita (Leonard ym., 2007). Toisaalta kapea kielellinen työmuistikapasiteetti (fonologisen tiedon pitäminen mielessä ja käsitteleminen) voi vaikuttaa esimerkiksi siten, että sanasta ei pystytä muodostamaan fonologista representaatiota (Leonard ym., 2007). Leonard ym. (2007) ovatkin havainneet, että etenkin kielellinen työmuisti, mutta myös prosessointinopeus vaikuttavat kielellisiin taitoihin. Kehitykselliseen kielihäiriöön liittyy työ- ja lyhytkestoisen muistin poikkeavuuksia useilla työmuistin osa-alueilla ja vaikeudet vaihtelevat yksilöstä toiseen (katsaus: Montgomery ym., 2010). Toisaalta kaikilla kielihäiriöisillä ei ole työ- tai lyhytkestoisen muistin vaikeuksia (Montgomery ym., 2010).

Erään hypoteesin mukaan kielihäiriöön liittyvät kieliopilliset vaikeudet johtuvat proseduraalisen muistin ja oppimisen ongelmista tai poikkeavasta kehityksestä (Ullman & Pierpont, 2005). Proseduraalinen oppiminen on implisiittistä eli tietoisuuden ulkopuolella tapahtuvaa taitojen ja tiedon omaksumista (Mishkin, Malamut & Bachevalier, 1984). Proseduraalinen oppimisprosessi vaatii paljon toistoja ennen kuin tiedot, taidot ja niiden käyttö automatisoituvat (Mishkin ym., 1984). Ullmanin ja Pierpontin (2005) mukaan proseduraalisen muistijärjestelmän poikkeavuudet voisivat selittää kielihäiriöön liittyviä heterogeenisiä piirteitä, kuten kieleen, työmuistiin ja ajalliseen tiedonkäsittelyyn liittyviä poikkeavuuksia. Kielihäiriöiset kouluikäiset lapset vaikuttavatkin tarvitsevan enemmän altistusta proseduraalisesti opittaville sarjoille kuin tyypillisesti kehittyvät (Lum ym., 2014). Toisaalta deklaratiivinen muisti voi kompensoida proseduraalisen oppimisen vaikeuksia etenkin vanhempien lasten tapauksessa (Lum ym., 2014).

Toisaalta kielelliset vaikeudet voivat selittää myös havaittuja ei-kielellisiäkin poikkeavuuksia, sillä haasteet esimerkiksi kielellisessä ymmärtämisessä saattavat hankaloittaa ei-kielellisten osa-alueiden arviointia. Haasteet tehtävien kielellisten ohjeiden ymmärtämisessä tai kielellisten strategioiden ja sisäisen puheen käyttämisessä tehtävien ratkaisussa saattavat vaikuttaa kielihäiriöisen leikki-ikäisen suoriutumiseen ei-kielellisiä kognitiivisia toimintoja arvioitaessa (Lidstone, Meins, & Fernyhough, 2012).

Kielihäiriöön on siis havaittu liittyvän poikkeavuuksia erilaisilla kognition osa-alueilla. Ei kuitenkaan ole tiedossa, onko muiden kognitiivisten osa-alueiden poikkeavuuksien suhde kielellisiin vaikeuksiin aiheuttava, yhdessä esiintyvä, niihin vaikuttava tai niistä johtuva. Voidaan kuitenkin todeta, että kielihäiriöön liittyvät tiedonkäsittelyn poikkeavuudet ovat laaja-alaisia, vaikkakin haasteet ovat ei-kielellisillä osa-alueilla pienempiä kielellisiin verrattuna.

1.4.3 Kielihäiriö ja kognitiivisten toimintojen rakenne

Tiedossa on ainoastaan yksi julkaistu leikki-ikäisten kielihäiriöisten ja tyypillisesti kehittyvien kognitiivisten päättelytoimintojen rakennetta vertaileva tutkimus. Ottem (2003) vertasi kielihäiriöisten leikki-ikäisten lasten kognitiivisten toimintojen rakennetta WPPSI-menetelmän norjalaisen ja amerikkalaisen standardointiaineiston rakenteeseen. Sekä kielihäiriöisten että tyypillisesti kehittyvien aineistoon oli muodostettavissa kolme erilaista sopivaa faktoriratkaisua: Ensimmäinen sopiva ratkaisu oli kahden faktorin malli, jossa kielellinen ja ei-kielellinen päättely erottuivat omiksi faktoreikseen (Ottem, 2003). Toisessa ratkaisussa kielellisen ja ei-kielellisen päättelyn lisäksi aineistoa selitti myös kolmas faktori, häiriintyvyys (Ottem, 2003). Ottem (2003) ehdotti lisäksi neljän faktorin mallia, jossa kielellinen ja ei-kielellinen päättely jaetaan kumpikin kahteen alafaktoriin, joihin osatestit latautuvat tiedonkäsittelyvaatimustensa mukaan (yksinkertaiset, ”*know/see that*”; monimutkaiset, ”*know/see how*”). Ottemin (2003) tutkimuksessa yhden faktorin malli ei riittänyt selittämään kummankaan ryhmän vaihtelua.

Kielellisten taitojen rakentumisen osalta on tiedossa yksi julkaistu tutkimus, jossa Ramus ym. (2013) tutkivat, mitkä kielelliset taidot selittävät suoriutumista erilaisissa kielellisissä tehtävissä. Ramusin ym. (2013) analyysissa oli kouluikäisiä tyypillisesti kehittyviä lapsia sekä lapsia, joilla on kehityksellinen kielihäiriö tai lukivaikeus. Tuloksena oli, että kielellisistä taidoista erottuivat ei-fonologiset, fonologiset taidot, fonologiset representaatiot, prosodian havaitseminen ja melodiset taidot (Ramus ym., 2013). Ramus ym. (2013) eivät kuitenkaan

tutkineet, poikkeavatko latentit kielelliset taidot toisistaan eri ryhmissä. Tutkimuksessa ei myöskään ollut mukana muita kuin kieleen liittyviä kognitiivisia tehtäviä.

Toistaiseksi tutkimusta on hyvin vähän siitä, poikkeako kielihäiriöisen leikki-ikäisen kognitiivisten toimintojen muodostama rakenne tyypillisestä. Myöskään tyypillisestä leikki-ikäisen kognitiivisten toimintojen rakenteesta ei ole yksimielisyyttä. Tämän tutkimuksen tavoitteina on selvittää, miten erilaiset tiedonkäsittelyn osa-alueet ovat toisiinsa yhteydessä leikki-ikäisillä lapsilla, ja onko osa-alueiden muodostamassa rakenteessa eroja verratessa kielihäiriöisen lapsen rakenteeseen.

1.5 Tutkimuskysymykset ja hypoteesit

Tutkimuskysymys 1: Millainen kognitiivisten toimintojen rakenne on tyypillisesti kehittyvillä 4–7-vuotiailla lapsilla poikkileikkausaineistossa? Mitkä latentit tekijät ovat kognitiivisen suoriutumisen taustalla?

Hypoteesi: Spesifiä hypoteesia ei voida muodostaa aiemman tutkimuksen perusteella. On todennäköistä, että kielelliset ja ei-kielelliset taidot erottuvat jossain määrin toisistaan, mutta ovat toisiinsa yhteydessä. Lisäksi on mahdollista, että useampi taito näyttäytyy eriytyneenä. Vaihtoehtoisesti voi olla, etteivät kognitiiviset taidot ole vielä eriytyneet toisistaan leikki-ikäisillä, ja suoriutumista selittävänä tekijänä näyttäytyy lähinnä yleinen kykytekijä.

Tutkimuskysymys 2a: Eroavatko tyypillisesti kehittyvien ja kehityksellisiä kielellisiä vaikeuksia omaavien leikki-ikäisten lasten kognitiivisten toimintojen rakenteet toisistaan? Sopiiko tyypillisesti kehittyvien kognitiivisten toimintojen rakenne selittämään myös kielihäiriöisten leikki-ikäisten kognitiivisen suoriutumisen vaihtelua?

Hypoteesi: Tyypillisesti kehittyvien ja kehityksellisiä kielellisiä vaikeuksia omaavien leikki-ikäisten lasten kognitiivisten toimintojen rakenteet poikkeavat toisistaan.

Tutkimuskysymys 2b: Jos kehityksellisessä kielihäiriössä kognitiivisten toimintojen rakenne poikkeaa tyypillisesti kehittyvien rakenteesta, mitkä latentit tekijät ovat kognitiivisen suoriutumisen vaihtelun taustalla kielihäiriöisillä leikki-ikäisillä?

Hypoteesi: Aiempaa tutkimusta aiheesta ei ole, joten spesifiä hypoteesia ei voida muodostaa. On mahdollista, että kognitiiviset toiminnot näyttäytyvät kehityksellisissä häiriöissä eriytymättömämpinä.

2 MENETELMÄT

2.1 Tutkittavat

Tämän poikkileikkaustutkimuksen tutkittavien joukkoon valikoitui 155 4–7-vuotiaasta lasta Helsingin pitkäikäisestä SLI-tutkimuksesta (HelSLI-tutkimus; Laasonen ym., 2018). Aineisto koostui HelSLI-tutkimuksen ensivaiheessa rekrytoituista, vuosina 2013–2018 Helsingin yliopistollisen sairaalan foniatrian yksikköön tutkimukseen tulleista pääkaupunkiseudulla asuvista 4–7-vuotiaista (kielihäiriöiset lapset, myöhemmin myös DLD-ryhmä) sekä ikävuodelta, sukupuolelta ja kieliympäristöltä vastaavista verrokkilapsista Helsingin, Espoon ja Vantaan päiväkodeista (tyypillisesti kehittyvät verrokkit, myöhemmin myös TD-ryhmä). Osaa DLD-ryhmään kuuluneita lapsia tutkittiin ensimmäisen kerran 3-vuotiaana ja uudestaan 1–4 vuoden päästä seurannan yhteydessä; tämän tutkimuksen aineistoon otettiin näiden lasten toisen tutkimuskerran tulokset. DLD-ryhmää ei jaoteltu kielihäiriön alaluokkien perusteella erillisiin ryhmiin.

Tämän tutkimuksen analyysien aloitushetkellä 4–7-vuotiaita lapsia oli tutkittu yhteensä 432. Tämän tutkimuksen ulkopuolelle jäivät alle 4-vuotiaat lapset, kaksikieliset lapset; lapset, joilla oli diagnosoitu kuulovamma, suun rakenteen poikkeama, kehitysvammaisuus, autismikirjon häiriö tai jokin neurologinen häiriö (kuten epilepsia tai kromosomipoikkeama); sekä lapset, joiden ei-kielillisen suoriutumisen indeksi (PIQ) oli alle 70 Wechsler Primary and Preschool Scales of Intelligence III -testillä (WPPSI-III; Wechsler, 2009) arvioituna. TD-ryhmän lapset täyttivät lisäksi seuraavat kriteerit: 1) ei epäiltyä puheen tai kielen kehityksen vaikeutta; 2) lapsen perheellä ei todettuja puheen tai kielen kehityksen vaikeuksia tai lukivaiveita; ja 3) PIQ vähintään 85. Poissulkukriteerien soveltamisen jälkeen DLD-ryhmässä oli 89 lasta (iän ka = 59.1 kk, kh = 9.0 kk, vaihteluväli = 48.1–82.3 kk) ja TD-ryhmässä 66 lasta (iän ka = 67.0 kk, kh = 10.0 kk, vaihteluväli = 50.1–86.4 kk; taulukko 1). Taulukosta 1 näkyy, että ryhmät erosivat toisistaan iän osalta niin, että TD-ryhmän keskiarvo oli hieman DLD-ryhmää suurempi. DLD-ryhmässä oli TD-ryhmää enemmän kätisyydeltään ambivalentteja tai kätisyys ei ollut tiedossa. Poikia oli tyttöjä enemmän kummassakin ryhmässä.

Tutkimuksella on Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin (HUS) eettisen lautakunnan lupa (§ 248/2012), ja tutkimusluvut HUS:lta, Espoon, Helsingin sekä Vantaan kaupungeilta. Tutkittavien lasten huoltajat antoivat kirjallisen suostumuksen tutkimukseen osallistumiseen.

Taulukko 1. Ryhmien koot, taustamuuttujat sekä testisuureet kielihäiriö- (DLD) ja tyypillisesti kehittyvien (TD) ryhmien välisistä eroista.

	Koko aineisto	DLD	TD	df	χ^2 / t	<i>p</i>
N	155	89	66	1	3.413	.065
Ikä kuukausina						
ka (kh)	62.6 (10.2)	59.1 (9.0)	67.0 (10.0)	153	-5.15	< .001
min – max	48.1 – 86.4	48.1 – 82.3	50.1 – 86.4			
Sukupuoli (pojat/tytöt)	122/33	70/19	52/14	1	< 0.01	.984
Kätisyys (dx/sin/ambi/ei tiedossa)	105/9/16/25	53/5/13/18	52/4/3/7	3	7.97	.047

2.2 Tutkimuksen kulku ja arviointimenetelmät

Tutkittaville lapsille tehtiin neuropsykologinen tutkimus, joka jakautui 3–5:lle noin tunnin kestäneelle tapaamiskerralle. DLD-ryhmään kuuluneiden lasten tutkimukset tekivät neuropsykologit HYKS:n foniatrian poliklinikalla, ja TD-ryhmään kuuluneiden lasten tutkimukset tekivät psykologiaa opiskelevat tutkimusavustajat rauhallisissa tiloissa lasten päivähoitopaikoissa. Tutkimukset toteutettiin vuosien 2013–2018 aikana. Tehtävien järjestystä ei kontrolloitu.

Tutkimuksessa käytetyt tehtävät olivat WPPSI-III-, Nepsy-II-, Leiter-R- sekä LUKIVA-välineistöistä (tarkemmat kuvaukset osatesteistä, esimerkiksi niiden esitys- ja pisteytysohjeista sekä keskeytys-, aloitus- ja paluusäännöistä, menetelmien käsikirjoista: (Ahonen ym., 1999; Korkman, Kirk & Kemp, 2008a; Roid & Miller, 1997; Wechsler, 2009). Tehtävät on listattu taulukkoon 2, jaoteltuna karkeasti sen perusteella, mitä kognitiivista toimintoa niillä voidaan menetelmän käsikirjan mukaan arvioida. Poikkeuksena tähän on tehtävä Lauseiden toistaminen, jolla arvioidaan menetelmän käsikirjan mukaan muistia (Korkman ym., 2008b). Tässä se on kuitenkin sijoitettu kielellisten ja fonologisten toimintojen joukkoon, sillä siinä suoriutumiseen vaikuttavat erilaiset kielelliset taidot, kuten puheen havaitseminen, sanasto, kieliopillinen tiedonkäsittely ja puheen tuotto (Klem, Melby-Lervåg, Hagtvet, Lyster, Gustafsson & Hulme, 2015), ja sen on aiemmassa tutkimuksessa havaittu mittaavan kielellisiä toimintoja (Kervinen, 2015).

Taulukko 2. Tutkimuksessa käytetyt tehtävät jaoteltuna sen perusteella, mitä kognitiivista toimintoa niillä arvioidaan. Jaottelussa käytetty Nepsy-II- ja WPPSI-III-menetelmien käsikirjoja (Korkman, 2008b; Wechsler, 2009).

Tehtävä ja lyhenne	Kuvaus	Arvioitavat kognitiiviset toiminnot
Kielelliset ja fonologiset toiminnot		
Kuvien nimeäminen (KN)	Tehtävässä lapsen tulee nimetä esitettyjä kuvia.	Kielen kehitys, aktiivisen sanavaraston laajuus, kielellinen ilmaisu (Wechsler, 2009)
Kuvasanavarasto (KS)	Tehtävässä lapsen tulee osoittaa tutkijan nimeämää sanaa neljän kuvan joukosta.	Kielen kehitys, passiivisen sanavaraston laajuus, kuulonvarainen muisti (Wechsler, 2009)
Ohjeiden ymmärtäminen (OHJ)	Tehtävässä lasta ohjeistetaan näyttämään erilaisia piirrettyjä kuvioita.	Suullisten ohjeiden prosessointi ja toteuttaminen (Korkman ym., 2008b)
Äänteiden prosessointi (ÄP)	Tehtävä sisältää neljä erilaista tehtävätyyppiä: yhdessä tunnistetaan tavutettuja kuultuja sanoja (tunnistaminen osoitetaan valitsemalla neljän kuvan joukosta oikea); toisessa tunnistetaan kuultujen sanojen sisältämiä äänteitä (tunnistaminen osoitetaan valitsemalla kolmen kuvan joukosta oikea); kolmannessa muunnetaan kuultuja sanoja poistamalla sanasta jokin äänne, ja neljännessä korvataan kuullusta sanasta jokin äänne toisella äänteellä. Neljävuotiaat aloittavat ensimmäisestä tehtävätyypistä ja etenevät toiseen, kolmanteen ja neljänteen; yli 5-vuotiaat aloittavat toisesta tehtävätyypistä ja etenevät kolmanteen ja neljänteen tai palaavat ensimmäiseen.	Fonologinen prosessointi: kyky tunnistaa ja analysoida puheäänteitä sekä sanojen äännerakenteita, kyky jakaa sana osiin (Korkman ym., 2008b)
Lauseiden toistaminen (LT)	Tehtävässä lapselle luetaan osio osiolta piteneviä virkkeitä yksi kerrallaan, ja lapsen tulee toistaa perässä.	Kielellinen lyhytkestoinen muisti (Korkman ym., 2008b)
Nopea sarjallinen nimeäminen, aika ja oikeat (RANa, RANo)	Tehtävässä lapsen tulee nimetä mahdollisimman nopeasti 30 kuviota. Sarjassa esiintyy viittä erilaista kuviota satunnaisessa järjestyksessä.	Kyky palauttaa sana mieleen automatisoituneesti semanttisesta muistivarastosta (Ahonen ym., 1999)

jatkuu seuraavalla sivulla

Taulukko 2. Jatkoa edelliseltä sivulta.

Tehtävä ja lyhenne	Kuvaus	Arvioitavat kognitiiviset toiminnot
Muisti ja oppiminen		
Forward memory (FM)	Tehtävässä lapselle osoitetaan piteneviä sarjoja piirretyistä kuvista koostuvista ruudukosta, ja lapsen tulee osoittaa perässä. Tehtävän ohjeet annetaan lapselle ei-kielellisesti elehtien.	Visuospatiaalinen lyhytkestoinen muisti ja työmuisti (Roid & Miller, 1997)
Kuvioiden oppiminen (KuO)	Tehtävässä lapsi näkee ruudukon, jossa on kuvioita. Kun ruudukko otetaan pois näkyvistä, lapsen tehtävänä on valita korttien joukosta näkemänsä kuviot ja asetella ne oikeille paikalle tyhjään ruudukkoon.	Visuospatiaalinen oppiminen sekä näönvarainen lyhytkestoinen muisti (Korkman ym., 2008b)
Kertomuksen oppiminen ja tunnistaminen (KeO*, KeOT*)	Kertomuksen oppimisessa lapselle luetaan kertomus, minkä jälkeen lapsen tulee kertoa se uudelleen. Tämän jälkeen lapselle esitetään kysymyksiä niistä kertomuksen kohdista, joita lapsi ei aiemmin maininnut. Kertomuksen tunnistamisessa lapselta kysytään suljetuin kysymyksiin, oliko kertomuksessa tiettyjä asioita.	Kielellinen oppiminen, muistaminen ja kertominen (Korkman ym., 2008b)
Päätely		
<i>Kielellinen päätely</i>		
Yleistietous (YT)	Tehtävässä lapselta kysytään yleistietouteen liittyviä kysymyksiä.	Kyky hankkia ja painaa mieleen kulttuuriin liittyvää asiatietoa sekä kyky säilyttää ja hakea sitä pitkäkestoisesta muistista (Wechsler, 2009)
Sanavarasto (SV)	Tehtävässä lapselta kysytään, mitä erilaiset yleisesti käytetyt sanat tarkoittavat.	Sanasto, kielellinen käsitteenmuodostus, yleistieto, oppiminen, pitkäkestoinen muisti, kielen kehitys (Wechsler, 2009)
Sanapäätely (SP)	Tehtävässä lapsen tulee päätellä 1–3 vihjeen perusteella, mistä yleisestä sanasta on kysymys.	Kielellinen päätely ja ymmärtäminen, erilaisen tiedon yhdistely ja tuottaminen, yleistieto (Wechsler, 2009)

*4-vuotiaille ja 5–6-vuotiaille erilaiset tehtäväversiot

jatkuu seuraavalla sivulla

Taulukko 2. *Jatkoa edelliseltä sivulta.*

Tehtävä ja lyhenne	Kuvaus	Arvioitavat kognitiiviset toiminnot
Päättely		
<i>Ei-kielellinen päättely</i>		
Kuutiotehtävät (KU)	Tehtävässä lapsen tehtävänä on koota yksi- tai kaksivärisistä kuutioista mallin mukaisia yhdistelmiä.	Visuospatiaalinen hahmottaminen, näönvarainen havaitseminen, visuomotorinen koordinaatio, spatiaalinen ongelmanratkaisu (Wechsler, 2009)
Matriisipäättely (MA)	Tehtävässä lapsen tulee täydentää kuviomatriisi sopivalla kuviolla neljän tai viiden vaihtoehdon joukosta säännönmukaisuuksien perusteella.	Ei-kielellinen oivaltava päättely, sarjallinen päättely, kyky verrata havaintoja toisiinsa, luokittelukyky (Wechsler, 2009)
Kuvakäsitteet (KK)	Tehtävässä lapselle näytetään kahdella tai kolmella rivillä olevia kuvia, ja lapsen tulee valita kultakin riviltä kuva niin, että valitut kuvat muodostavat yhdessä ryhmän.	Ei-kielellinen päättely, konkreettisten ja abstraktien ominaisuuksien vertailu ja luokittelu (Wechsler, 2009)
Prosessointinopeus		
Merkkikoe (MK)	Tehtävässä lapsi käy paperilta läpi sarjaa kuvioita, joilla kullakin on merkipari. Lapsi piirtää mahdollisimman nopeasti oikeanlaisen merkin kullekin kuviolle mallin avulla.	Prosessointinopeus, visuomotorinen koordinaatio, lyhytkestoinen näönvarainen muisti ja oppiminen, kognitiivinen joustavuus, tarkkaavuus (Wechsler, 2009)
Merkintunnistus (MT)	Tehtävässä lapsi käy paperilta läpi mahdollisimman nopeasti kuviorivejä, jolla kullakin on mallikuvio. Lapsi merkitsee kynällä rivi kerrallaan, onko kuviorivillä mallinmukaista kuviota vai ei.	Prosessointinopeus, näönvarainen haku ja erottelu, lyhytkestoinen näönvarainen muisti, kognitiivinen joustavuus, tarkkaavuus (Wechsler, 2009)

*4-vuotiaille ja 5–6-vuotiaille erilaiset tehtäväversiot

jatkuu seuraavalla sivulla

Taulukko 2. Jatkoa edelliseltä sivulta.

Tehtävä ja lyhenne	Kuvaus	Arvioitavat kognitiiviset toiminnot
Sensomotoriset toiminnot		
Visuomotorinen tarkkuus, aika ja virheet (VMa* ja VMv*)	Tehtävässä lapsen tulee piirtää viivaa mahdollisimman nopeasti rataa pitkin siten, ettei viiva osu radan reunoihin.	Hienomotorinen nopeus/tarkkuus, silmän ja käden välinen yhteistyö (Korkman ym., 2008b)
Käsien asentojen jäljittely (Käs)	Tehtävässä lapsen tulee matkia erilaisia käsien ja sormien asentoja dominoivalla ja ei-dominoivalla kädellään.	Kyky jäljitellä sormien tai käsien asentoa, sormien ja käsien hienomotoriikka (Korkman ym., 2008b)
Visuospatiaaliset toiminnot		
Kopiointitehtävä (Co)	Tehtävässä lapsen tulee piirtää kuvioita mallista.	Visuospatiaalinen hahmotus, visuomotoriikka, kyky tuottaa kuvioita piirtämällä (Korkman ym., 2008b)
Sosiaalinen kognitio		
Mielen teoria (ToM)	Tehtävässä lapsi näkee piirroksia tytöstä erilaisissa tilanteissa, ja tehtävänä on valita neljän kasvokuvan joukosta se, jolla on tytön tunteeseen parhaiten sopiva kasvonilme.	Tunteiden tunnistaminen erilaisissa tilanteissa (Korkman ym., 2008b)
Tarkkaavuus ja toiminnanohjaus		
Visuaalinen tarkkaavuus (VT*)	Tehtävässä lapsen tehtävänä on seurata paperilla kuviorivejä ja merkitä kynällä kohdekuvioita muiden kuviodien joukosta niin nopeasti ja virheettömästi kuin mahdollista 180 sekunnin ajan.	Näönvarainen tarkkaavuuden ylläpito (Korkman ym., 2008b)

*4-vuotiaille ja 5–7-vuotiaille erilaiset tehtäväversiot

2.3 Aineiston käsittely ja ominaisuudet

Puuttuvia arvoja oli aineistossa 57 kappaletta (1.40 % kaikista arvoista), joista TD-ryhmässä 11 (0.67 % ryhmän arvoista) ja DLD-ryhmässä 46 (2.07 % ryhmän arvoista). Littlen MCAR-testin perusteella arvojen puuttuminen ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi satunnaisesta

(TD-ryhmä: $p = .664$; DLD-ryhmä: $p = .727$). Puuttuvat arvot korvattiin EM-menetelmällä (*expectation maximation*) TD- ja DLD-ryhmissä erikseen käyttäen ennustajina analyyseissa mukana olleiden tehtävien pistemääriä sekä ikää kuukausina. Kolmessa Nepsy-II:n osatestissä, joissa 4-vuotiaille ja 5–6-vuotiaille esitettävät materiaalit poikkesivat toisistaan, 4-vuotiaiden saamat raakapistemäärät interpoloitiin samalle skaalalle 5–7-vuotiaiden raakapistemäärien kanssa kunkin osatestin standardipisteiden ja persentiilien avulla (liite 1).

Aineiston sopivuutta analyyseihin tarkasteltiin tutkimalla aineiston ominaisuuksia sekä tarkastamalla faktorianalyysin oletukset. Aineisto oli Mahalanobisin etäisyyden ja kvantiili-kvantiili-kuvaajan perusteella asymptoottisesti/riittävän hyvin multinormaalisti jakautunut TD-ryhmässä. DLD-ryhmässä oli graafisen tarkastelun perusteella joitakin multinormaalisuudesta poikkeavia havaintoja. Ne paikannettiin laskemalla Mahalanobisin etäisyydelle khiin neliön jakauma. Kaksi havaintoa jäi jakaumassa prosenttipisteen 0.1 alle. Analyysit tehtiin sekä nämä havainnot sisältävällä aineistolla että sellaisella aineistolla, josta ne oli poistettu. Havaintojen poisto ei merkittävästi vaikuttanut analyysien tuloksiin, joten ne jätettiin aineistoon (ks. esim. Aguinis, Gottfredson & Joo, 2013). Muuttujaa Nopea nimeäminen – oikeat ei käytetty analyyseissa, sillä sen jakaumat poikkesivat kummassakin ryhmässä huomattavasti normaalista graafisen tarkastelun perusteella. Lisäksi muuttujat Visuomotorinen tarkkuus – aika ja Visuomotorinen tarkkuus – virheet jätettiin myös pois analyysivaiheesta, sillä näitä muuttujia ei voida tulkita toisistaan erillään, ja teoreettisesti perustellun yhdistelmämuuttujan muodostaminen olisi ollut tämän tutkielman laajuuden ulkopuolella. Analyysivaiheessa mukana oli siis 22 tehtävää. Tehtävien jakaumat löytyvät liitteestä 2.

TD- ja DLD-ryhmän tehtäväsuoriutumisen eroja tutkittiin riippumattomien otosten t-testeillä (p -arvoille tehtiin Bonferroni-korjaus). Ikää ei kontrolloitu, sillä iän vaihteluväli ei ollut ryhmissä täysin sama. Tehtävien tunnusluvut on esitetty taulukossa 3. Kaikkien tehtävien keskiarvot erosivat ryhmien välillä siten, että tyypillisesti kehittyvät suoriutuivat tehtävistä paremmin (Nopea nimeäminen - oikeat $p = .002$; muut tehtävät $p < .001$).

Muuttujien välisiä yhteyksiä tarkasteltiin kummassakin ryhmässä erikseen Pearsonin parittaisten korrelaatioiden avulla ja niiden merkitsevyyttä t-testeillä (p -arvot Holm-korjattiin). Muuttujien välisten korrelaatioiden voimakkuus vaihteli TD-ryhmässä välillä .00–.70 ja DLD-ryhmässä .07–.83 (taulukko 4). Korrelaatiomatriisien sopivuutta faktorianalyysiin tutkittiin Kaiser-Meyer-Olkin-arvolla (KMO-arvo), joka perustuu korrelaatioiden ja osittaiskorrelaatioiden (muuttujien välinen korrelaatio, kun muiden muuttujien vaikutus on

poistettu) suhteeseen. Arvo on lähellä lukua 1.0 jos muuttujilla on yhteisiä tekijöitä, ja sen raja-arvo faktorisanalyysin tekemiselle on 0.5 (Kaiser, 1970). TD-ryhmän korrelaatiomatriisiin KMO-arvo oli .81 ja DLD-ryhmän oli .88.

Taulukko 3. Tehtävien tunnusluvut ryhmittäin sekä t-testisuureet ja *p*-arvot ryhmien keskiarvojen välisistä eroista.

Tehtävä	Keskiarvo		Keskihajonta		Minimi		Maksimi		t	<i>p</i>
	TD	DLD	TD	DLD	TD	DLD	TD	DLD		
Yleistietous	27.18	17.14	3.10	5.97	20	0	33	28	12.46	< .001
Sanavarasto	28.19	9.02	10.06	5.93	5	0	48	25	14.83	< .001
Sanapäättely	21.33	6.90	3.54	6.84	10	0	28	25	15.64	< .001
Kuvasanavarasto	31.68	25.17	2.48	5.72	24	9	36	35	8.66	< .001
Kuvien nimeäminen	23.32	13.60	2.76	6.33	17	0	29	25	11.67	< .001
Ohjeiden ymmärtäminen	20.89	13.40	3.42	4.68	14	0	29	26	11.00	< .001
Nopea nimeäminen - aika	41.30	77.75	10.52	47.75	26	31	78	203	−6.09	< .001
Nopea nimeäminen - oikeat	29.24	23.87	1.39	10.62	23	0	30	31.89	4.08	.002
Äänteiden prosessointi	28.23	22.95	4.99	3.53	19	9	43	30	7.72	< .001
Lauseiden toistaminen	21.03	7.98	3.46	5.26	12	0	28	21	17.54	< .001
Kuutiot	28.15	24.12	4.25	3.77	20	18	38	36	6.23	< .001
Matriisit	17.64	12.45	4.25	4.07	8	4	26	26	7.70	< .001
Kuvakäsitteet	16.74	10.31	5.18	4.77	2	0	24	21	8.00	< .001
Merkkikoe	24.67	9.20	10.72	9.09	6	0	61	45	9.70	< .001
Merkintunnistus	18.06	7.13	7.34	9.42	6	−8	39	44	7.82	< .001
Kuvioiden oppiminen	77.87	38.96	23.58	21.27	36	0	133	112	10.75	< .001
Kertomuksen oppiminen	17.81	4.96	8.16	5.02	3	0	34	22.03	12.09	< .001
Kertomuksen tunnistaminen	13.20	9.27	2.80	3.71	2.59	0	16.53	16	7.20	< .001
Forward Memory	14.80	8.62	3.50	5.15	4	0	22	23	8.41	< .001
Käsien asentojen jäljittely	13.95	7.25	4.94	4.50	5	0	22	18	8.80	< .001
Visuomotorinen tarkkuus - aika	106.51	64.37	47.88	32.68	15.33	10.8	263	196	6.51	< .001
Visuomotorinen tarkkuus - virheet	56.13	161.16	45.48	124.00	5.11	3	217.50	409	−8.25	< .001
Kopiointitehtävä	7.11	4.46	2.16	1.67	3	1	13	9	8.58	< .001
Visuaalinen tarkkaavuus	3.00	−9.28	10.01	14.77	−36	−50.70	26	27	5.83	< .001
Mielen teoria – tilannekuvat	4.65	3.51	1.44	1.50	1	0	8	7	4.77	< .001
<i>p</i> -arvot Bonferroni-korjattu										

Lyhenteet: TD = tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmä, DLD = kielihäiriöryhmä

Taulukko 4. Tehtävien väliset korrelaatiot. Diagonaalin yllä kielihäiriöryhmä, diagonaalin alla verrokkit. Tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot ($p < .05$; Holmin korjaus) lihavoitu.

	YT	SV	SP	KS	KN	Ohj	RAN _a	RAN _o	ÄP	LT	KU	MA	KK	MK	MT	KuO	KeO	KeO _T	FM	Käs	VMa	VMv	Co	VT	ToM
YT		.75	.74	.58	.70	.63	-.60	.61	.44	.62	.58	.50	.60	.55	.49	.41	.43	.40	.59	.42	.19	-.45	.64	.47	.31
SV	.52		.80	.44	.66	.64	-.61	.58	.46	.64	.61	.55	.58	.68	.67	.55	.54	.47	.67	.48	.25	-.52	.62	.44	.28
SP	.66	.56		.54	.57	.69	-.37	.37	.46	.56	.55	.50	.62	.63	.61	.42	.53	.45	.59	.41	.26	-.39	.58	.42	.36
KS	.56	.49	.41		.34	.57	-.21	.20	.49	.39	.49	.51	.57	.44	.36	.41	.25	.34	.41	.25	.24	-.41	.53	.41	.15
KN	.53	.33	.40	.41		.43	-.68	.70	.30	.59	.46	.44	.31	.45	.31	.26	.39	.30	.41	.32	.17	-.42	.48	.32	.20
Ohj	.43	.36	.40	.34	.28		-.24	.22	.58	.54	.64	.55	.61	.62	.61	.56	.44	.47	.62	.49	.29	-.46	.61	.52	.28
RAN_a	-.29	-.17	-.23	-.33	-.11	-.32		-.83	-.12	-.58	-.48	-.40	-.25	-.39	-.30	-.30	-.24	-.25	-.44	-.34	-.20	.46	-.46	-.29	-.13
RAN_o	-.06	.01	-.22	-.06	.03	.09	.06		.07	.56	.36	.35	.22	.28	.19	.27	.28	.32	.39	.29	.21	-.34	.32	.32	.18
ÄP	.49	.41	.35	.47	.47	.46	-.27	-.04		.35	.38	.25	.40	.34	.34	.42	.26	.39	.42	.24	.19	-.35	.39	.40	.23
LT	.64	.46	.54	.46	.45	.53	-.41	.04	.53		.58	.46	.43	.42	.49	.36	.49	.42	.53	.36	.32	-.43	.52	.38	.15
KU	.44	.33	.32	.33	.23	.41	-.42	.09	.58	.45		.73	.54	.73	.67	.60	.33	.36	.69	.64	.45	-.65	.75	.45	.30
MA	.36	.25	.21	.38	.38	.32	-.36	-.02	.44	.46	.59		.49	.61	.49	.57	.17	.29	.54	.51	.42	-.51	.64	.35	.34
KK	.41	.46	.36	.32	.35	.35	-.24	-.11	.23	.41	.30	.38		.52	.55	.51	.36	.42	.64	.47	.33	-.42	.68	.36	.35
MK	.44	.36	.36	.37	.27	.49	-.39	-.09	.54	.48	.54	.35	.29		.76	.69	.32	.32	.65	.65	.28	-.55	.74	.48	.36
MT	.47	.40	.38	.39	.16	.43	-.36	-.13	.49	.45	.56	.38	.34	.70		.59	.47	.41	.71	.59	.25	-.47	.67	.52	.38
KuO	.35	.35	.08	.38	.25	.28	-.15	.06	.32	.28	.43	.49	.27	.53	.41		.25	.37	.57	.44	.36	-.51	.57	.38	.26
KeO	.34	.42	.36	.27	.38	.18	-.12	.00	.24	.37	.17	.25	.28	.23	.27	.10		.43	.34	.29	.18	-.13	.39	.25	.19
KeOT	.45	.40	.32	.41	.35	.26	-.13	.04	.29	.45	.30	.31	.18	.33	.25	.42	.22		.51	.36	.36	-.25	.26	.29	.23
FM	.49	.37	.27	.22	.18	.44	-.39	.04	.42	.39	.58	.41	.52	.49	.52	.44	-.01	.33		.65	.36	-.61	.75	.47	.40
Käs	.32	.47	.21	.30	.12	.29	-.15	.05	.33	.19	.45	.28	.35	.51	.44	.42	.19	.26	.49		.42	-.52	.65	.34	.34
VMa	.07	.29	.02	.24	-.03	.14	.11	.11	.14	-.05	.19	.19	.06	.07	.05	.32	-.09	.15	.18	.39		-.55	.42	.17	.20
VMv	-.38	-.45	-.27	-.28	-.20	-.43	.36	.11	-.44	-.39	-.44	-.47	-.51	-.51	-.55	-.48	-.29	-.01	-.55	-.54	-.36		-.69	-.45	-.23
Co	.41	.34	.23	.39	.23	.48	-.24	-.02	.52	.43	.59	.50	.49	.50	.50	.55	.13	.37	.54	.38	.22	-.55		.47	.33
VT	.10	.22	.10	.07	.12	.10	-.12	.06	.04	-.03	.09	.02	.19	-.17	-.12	.02	.12	-.07	.07	.13	.03	-.08	.10		.26
ToM	.35	.30	.31	.35	.40	.39	-.23	-.10	.43	.38	.29	.21	.34	.34	.33	.32	.30	.26	.20	.24	.12	-.48	.47	-.04	

Lyhenteet: YT=Yleistietous, SV=Sanavarasto, SP=Sanapäättely, KS=Kuvasanavarasto, KN=Kuvien nimeäminen, OHJ=Ohjeiden ymmärtäminen, RAN a=Nopea nimeäminen (Rapid Automatic Naming) aika, RAN o = Nopea nimeäminen, oikeat, ÄP=Äänteiden prosessointi, LT=Lauseiden toistaminen, KU=Kuutiot, MA=Matriisit, KK=Kuvakäsitteet, MK=Merkkikoe, MT=Merkintunnistus, KuO=Kuvioiden oppiminen, KeO=Kertomuksen oppiminen, KeOT=Kertomuksen oppiminen (tunnistaminen), FM=Forward Memory, Käs=Käsien asentojen jäljittely, VM a=Visuomotorinen tarkkuus aika, VM v=Visuomotorinen tarkkuus virheet, Co=Kopiointitehtävä, VT=Visuaalinen tarkkaavuus, ToM=Mielen teoria.

2.4 Analyysit

Tyypillisesti kehittyvien leikki-ikäisten lasten kognitiivisten toimintojen rakennetta tutkittiin aineistolähtöisesti ja eksploratiivisesti. Eksploratiiviseen analyysiin päädyttiin, sillä tässä tutkimuksessa käytetyt tehtävät eivät suoraan asetu teorioihin (CHC-teoria, WPSSI-III- tai NEPSY-II-menetelmien rakenteet). Ensin selvitettiin eksploratiivisen faktorianalyysin (EFA) avulla, kuinka montaa kognitiivista toimintoa tai kykyä (latenttia tekijää) tutkimuksen muuttujien avulla voidaan arvioida, ja millä muuttujilla voidaan arvioida samaa kognitiivista toimintoa tai kykyä. EFA:n estimointimenetelmänä käytettiin suurimman uskottavuuden menetelmää (engl. *maximum likelihood*, ML). Rotatointimenetelmäksi valittiin faktorien väliset korrelaatiot salliva vinokulmainen rotatointi (engl. *oblimin*), sillä kognitiiviset toiminnot korreloivat keskenään etenkin alle kouluikäisillä lapsilla. Faktorien lukumäärää kartoitettiin alustavasti rinnakkaisanalyysin scree-kuvaajaa tarkastelemalla; sopivin faktorien lukumäärä määritettiin kuitenkin vasta faktoriratkaisujen tarkemman tutkimisen jälkeen. Tarkasteltavia asioita olivat muuttujien faktorilataukset, χ^2 -testisuureet, sopivuusindeksit RMSEA (engl. *residual mean square error of approximation*), TLI (Tucker Lewisin Indeks) ja BIC (Bayesilainen informaatiokriteeri), faktorien latausten neliösummat (eli ominaisarvot), muuttujien kommunaliteetit, virhe-estimaatit ja kompleksisuus sekä faktorien tulkittavuus. Alle .30 faktorilatauksia ei tulkittu (ks. esim. Tabachnick, Fidell & Ullman, 2007). Sopivuusindeksejä tulkittiin Hun ja Bentlerin (1999) suositusten mukaan: samanaikainen TLI > 0.95 ja RMSEA < .06 viittaa hyvään mallin sopivuuteen.

Eksploratiivisen faktorianalyysin tulosten avulla muodostettiin malli, jota muokattiin sopivammaksi askel kerrallaan käyttäen rakenneyhtälömallinnusta (engl. *structural equation modeling*, SEM; Hox & Bechger, 1998), jonka estimointimenetelmänä oli ML. Kunkin askeleen kohdalla tarkasteltiin sopivuusindeksejä (χ^2 , RMSEA, TLI, BIC). Muuttujat, jotka eivät sopineet EFA:n perusteella muodostettuun malliin (heikot lataukset faktoreille, pieni kommunaliteetti), poistettiin yksi kerrallaan. Lisäksi tarkasteltiin mallin muuttujien välisiä jäännöskorrelaatioita ja modifikaatioindeksejä. Jäännöskorrelaatiot (engl. *residual correlation*) kuvaavat muuttujien yhteisvaihtelua, jota malli ei selitä. Modifikaatioindeksit kuvaavat sitä, paljonko mallin sopivuus (χ^2) paranee, jos parametri vapautetaan. Samalle faktorille latautuvien muuttujien virhetermien yhteisvaihtelu vapautettiin yksi kerrallaan, jos muuttujien välillä oli suurehko (yli .10) jäännöskorrelaatio, jos modifikaatioindeksi oli yli 5, ja jos vapauttamiselle oli selkeä

tulkinnallinen perustelu. Selkeäksi tulkinnalliseksi perusteluksi katsottiin tässä tutkimuksessa se, että muuttujilla arvioidaan arviointimenetelmän käsikirjan mukaan samaa toimintoa. Jos selkeää perustelua yhteisvaihtelulle ei ollut, modifikaatioindeksien tai jäännöskorrelaatioiden perusteella ei tehty muutoksia malliin. Tällä toimintatavalla pyrittiin minimoimaan riski, että malli paranee sattuman vuoksi (ks. esim. Hermida, 2015; Schreiber, Nora, Stage, Barlow & King, 2006).

Tämän jälkeen tarkasteltiin TD-ryhmän perusteella luodun mallin sopivuutta DLD-ryhmässä. Tarkoituksena oli tarkastella rakenneyhtälömallien avulla, onko ryhmien välillä mittausinvarianssi, ja jos on, minkä tasoinen invarianssi ryhmässä saavutetaan (Marsh, Morin, Parker & Kaur, 2014). Ensin tarkasteltiin rakenteellista invarianssia (ovatko faktorirakenteet samanlaiset eri ryhmässä; engl. *configural invariance*), minkä jälkeen tarkoituksena oli tarkastella askeleittain latausinvarianssia (ovatko faktorilataukset samansuuruiset; engl. *loading/metric invariance*), asteikkoinvarianssia (ovatko latenttien tekijöiden keskiarvot samansuuruiset; engl. *scalar invariance*) ja tiukkaa invarianssia (ovatko muuttujien virhetermit samansuuruiset; engl. *strict invariance*). Jos rakenteellista invarianssia ei saavutettu, tarkasteltiin EFA:n avulla, millainen kognitiivisten toimintojen rakenne DLD-ryhmälle muodostuu aineiston perusteella.

Analyysit tehtiin R-ohjelmistolla (versio 3.5.1, R Core Team, 2018), Rstudio-käyttöliittymällä (versio 1.1.453). Analyyseissa käytetyt paketit olivat *psych* (Reveelle, 2018), *lavaan* (Rosseel, 2012), *semTools* (Jorgensen, Pornprasertmanit, Schoemann & Rosseel, 2018) ja *nFactors* (Raiche, 2010).

3 TULOKSET

3.1 Kognitiivisten toimintojen rakenne TD-ryhmässä

Kognitiivisten toimintojen rakennetta TD-ryhmässä tutkittiin eksploratiivisella faktorianalyysillä. Sopiva faktorien lukumäärä selittämään muuttujien vaihtelua TD-ryhmässä oli rinnakkaisanalyysin scree-kuvaajan perusteella alustavasti kartoitettuna kaksi (liite 6). Vinorotatoidut eksploratiiviset faktorianalyysit tehtiin näin ollen 1–5 faktorin ratkaisuille (taulukot 5 ja 6 ja liite 3). Kahden ja kolmen faktorin ratkaisut valittiin lähempään tarkasteluun niiden parhaan tulkittavuuden ja sopivuusindeksien (taulukko 7) perusteella riittävän sopivuuden vuoksi. Neljän ja viiden faktorin ratkaisujen neljäs ja viides faktori eivät olleet tarpeeksi stabiileja, sillä niille latautuvien muuttujien lukumäärä oli vähäinen ja niiden faktorilataukset eivät olleet voimakkaita (Costello & Osborne, 2005).

Kahden faktorin ratkaisu (taulukko 5) selitti 42 % aineiston vaihtelusta. Ensimmäinen faktori nimettiin ei-kielellisten taitojen faktoriksi (E-K) ja toinen kielellisten taitojen faktoriksi (K) niille latautuvien muuttujien perusteella. Faktorit selittivät aineiston vaihtelua suurin piirtein yhtä hyvin: faktorin E-K osuus kokonaisselitysosuudesta oli 56 % ja faktorin K osuus oli 44 %. Useimpien muuttujien kommunaliteetit olivat kohtalaisen korkeita. Kahden faktorin ratkaisu sopi aineistoon ($\chi^2 = 196,72$ [188], $p = .32$; RMSEA = .059; TLI = 0.976; BIC = -591; taulukko 7). Kolmen faktorin ratkaisu (taulukko 6) selitti 46 % aineiston vaihtelusta. Tässä ratkaisussa kielellisten ja ei-kielellisten taitojen faktorien lisäksi muodostui prosessointinopeutta kuvaavaksi tulkittu faktori (P). Faktorit K ja E-K selittivät aineiston vaihtelusta suurimman osuuden: faktorien selitysosuudet olivat 41 % (K), 39 % (E-K) ja 20 % (P). Tässäkin ratkaisussa useimpien muuttujien kommunaliteetit olivat kohtalaisen korkeita. Myös kolmen faktorin ratkaisu sopi aineistoon ($\chi^2 = 168.53$ [168], $p = .47$; RMSEA = .054; TLI = 0.998; BIC = -535; taulukko 7). Sekä kahden faktorin ratkaisussa että kolmen faktorin ratkaisussa faktorit korreloivat keskenään voimakkaasti, kahden faktorin ratkaisussa hieman enemmän kuin kolmen faktorin ratkaisussa (taulukot 5 ja 6).

Taulukko 5. Vinorotatoitu eksploratiivinen kahden faktorin ratkaisu tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä. Muuttujien faktorilataukset, kommunaliteetit (h^2), virhe-estimaatit (u^2) sekä kompleksisuusarvot (com), faktorien latausten neliösummat ja selitysasteet sekä faktorien väliset korrelaatiot.

	E-K	K	h^2	u^2	com
Muuttuja					
Kuutiotehtävä	.78		.59	.41	1.0
Kopiointitehtävä	.77		.57	.43	1.0
Forward Memory	.75		.53	.47	1.0
Merkkikoe	.71		.56	.44	1.0
Kuvioiden oppiminen	.70		.42	.58	1.0
Merkintunnistus	.67		.53	.47	1.0
Käsien asentojen jäljittely	.60		.34	.66	1.0
Matriisipäätely	.56		.39	.61	1.1
Äänteiden prosessointi	.48		.49	.51	1.6
Ohjeiden ymmärtäminen	.41		.39	.61	1.8
Nopea nimeäminen – aika	-.39		.21	.79	1.1
Sanapäätely		.83	.58	.42	1.0
Yleistietous		.74	.68	.32	1.1
Kuvien nimeäminen		.67	.40	.60	1.0
Lauseiden toistaminen		.62	.58	.42	1.2
Kertomuksen oppiminen		.59	.27	.73	1.1
Sanavarasto		.59	.46	.54	1.1
Kuvasanavarasto		.53	.42	.58	1.2
Kertomuksen tunnistaminen		.37	.28	.72	1.6
Mielen teoria		.33	.27	.73	1.8
Kuvakäsitteet	.31	.31	.31	.69	2.0
Visuaalinen tarkkaavuus			.02	.98	1.4
Latausten neliösumma	5.21	4.07			
Selitysaste	.24	.19			
Osuus kokonaisselitysasteesta (.42)	56 %	44 %			
Faktorien väliset korrelaatiot					
E-K	-	.60			
K	.60	-			

Lyhenteet: E-K = Ei-kielellisten taitojen faktori, K = Kielellisten taitojen faktori

Taulukko 6. Vinorotatoitu eksploraatiivinen kolmen faktorin ratkaisu tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä. Tehtävien faktorilataukset, kommunaliteetit (h^2), virheestimaatit (u^2) sekä kompleksisuusarvot (com), faktorien latausten neliösummat ja selitysasteet sekä faktorien väliset korrelaatiot.

	K	E-K	P	h^2	u^2	com
Tehtävä						
Sanapäättely	.85			.62	.38	1.1
Yleistietous	.75			.69	.31	1.1
Lauseiden toistaminen	.63			.58	.42	1.1
Kuvien nimeäminen	.62			.38	.62	1.0
Sanavarasto	.60			.46	.54	1.1
Kertomuksen oppiminen	.56			.26	.74	1.1
Kuvasanavarasto	.53			.42	.58	1.2
Kertomuksen tunnistaminen	.37			.28	.72	1.6
Mielen teoria	.33			.26	.74	1.8
Ohjeiden ymmärtäminen	.30			.39	.61	2.7
Kopiointitehtävä		.76		.63	.37	1.0
Forward Memory		.66		.53	.47	1.0
Matriisipäättely		.66		.45	.55	1.1
Kuutiotehtävä		.66		.58	.42	1.1
Kuvioiden oppiminen		.55		.45	.55	1.5
Kuvakäsitteet	.32	.44		.36	.64	2.0
Käsien asentojen jäljittely		.38		.34	.66	1.8
Äänteiden prosessointi	.31	.34		.48	.52	2.6
Nopea nimeäminen – aika				.21	.79	2.5
Merkkikoe			.95	> .99	< .01	1.0
Merkintunnistus			.46	.56	.44	1.9
Visuaalinen tarkkaavuus			-.41	.13	.87	2.1
Latausten neliösumma	4.16	3.89	2.02			
Selitysaste	.19	.18	.09			
Osuus kokonaisselitysasteesta (.46)	41 %	39 %	20 %			
Faktorien väliset korrelaatiot						
	K	-	.54	.44		
	E-K	.54	-	.55		
	P	.44	.55	-		

Lyhenteet: E-K = Ei-kielellisten taitojen faktori, K = Kielellisten taitojen faktori, P = Prosessointinopeuden faktori

Taulukko 7. χ^2 -testisuureet ja sopivuusindeksit faktoriratkaisuille.

faktorien lkm	χ^2 (df)	p	RMSEA	TLI	BIC
1	263.43 (209)	.006	.084	0.867	-612
2	196.72 (188)	.32	.059	0.976	-591
3	168.53 (168)	.47	.054	0.998	-535
4	139.81 (149)	.69	.044	1.033	-484
5	113.96 (131)	.86	.030	1.071	-435

Lyhenteet: RMSEA= Residual mean square error of approximation; TLI=Tucker Lewisin Indeks, BIC=Bayesilainen informaatiokriteeri

Tämän jälkeen muodostettiin mittausmalli muokkaamalla eksploraatiivisessa faktorianalyysissä tarkasteltuja kahden ja kolmen faktorin ratkaisuja sopivammaksi. Askeleet on esitetty taulukossa 8.

Mallinmuodostus aloitettiin mallista 1, jossa muuttujat muodostavat kielellisten ja ei-kielellisten taitojen faktorin (muuttujien faktorilataukset taulukossa 5), muuttujien virhetermien korrelaatioita ei sallittu, ja faktorien välinen korrelaatio sallittiin. Mallista poistettiin EFA:n avulla muodostetun kahden faktorin ratkaisun faktorilatausten ja virhe-estimaattien perusteella huonoimmin sopiva muuttuja (Visuaalinen tarkkaavuus VT; malli 2a). Muut muuttujat latautuivat jommallekummalle faktoreista, joten muita muuttujia ei poistettu mallista. Tämän jälkeen mallia 2a muokattiin vielä sallimalla modifikaatioindeksien perusteella Merkkikokeen (MK) ja Merkintunnistuksen (MT) virhetermien välinen yhteisvaihtelu, jota malli ei selittänyt (malli 2b). Malli 2b sopi aineistoon χ^2 - ja RMSEA-arvojensa puolesta, ja TLI-arvo lähestyi sopivaa ($\chi^2 = 213.674$ [186], $p = .080$; RMSEA = .047; TLI = 0.945; BIC = 7797). Muut suurehkot modifikaatioindeksit ja jäännöskorrelaatiot olivat eri faktoreille latautuvien muuttujien välillä ja/tai hankalasti tulkittavissa, joten niiden perusteella ei tehty muutoksia malliin.

Malli muodostettiin myös kolmen faktorin ratkaisun avulla, jossa muuttujat muodostavat kielellisten ja ei-kielellisten taitojen sekä prosessointinopeuden faktorin (muuttujien faktorilataukset taulukossa 6), muuttujien virhetermien korrelaatioita ei sallittu, ja faktorien välinen korrelaatio sallittiin (malli 3a). Malliin 3a huonoimmin sopivat muuttujat Visuaalinen tarkkaavuus (suuri virhe-estimaatti, negatiivinen lataus prosessointinopeuden faktorille) ja Nopea nimeäminen – aika (suuri virhe-estimaatti, ei latausta millekään faktorille), joten ne poistettiin yksi kerrallaan mallista (mallit 3b ja 3c). Muita muuttujia ei poistettu, sillä niiden lataukset olivat kohtalaisia tai suuria. Modifikaatioindeksit ja jäännöskorrelaatiot eivät olleet teoreettisesti perusteltavissa, joten niiden perusteella ei tehty muutoksia malliin. Malli 3c sopi aineistoon ($\chi^2 = 185.990$ [165], $p = .126$; RMSEA = .044; TLI = 0.956; BIC = 7310). Mallin 3c faktorien välillä oli kohtalaisen suuria korrelaatioita, joten aineistoon sopi myös matemaattisesti yhtäläinen hierarkkinen ratkaisu, jossa malliin 3c lisättiin ylemmän tason g -faktori (malli 4: $\chi^2 = 185.990$ [165], $p = .126$; RMSEA = .044; TLI = 0.956; BIC = 7310).

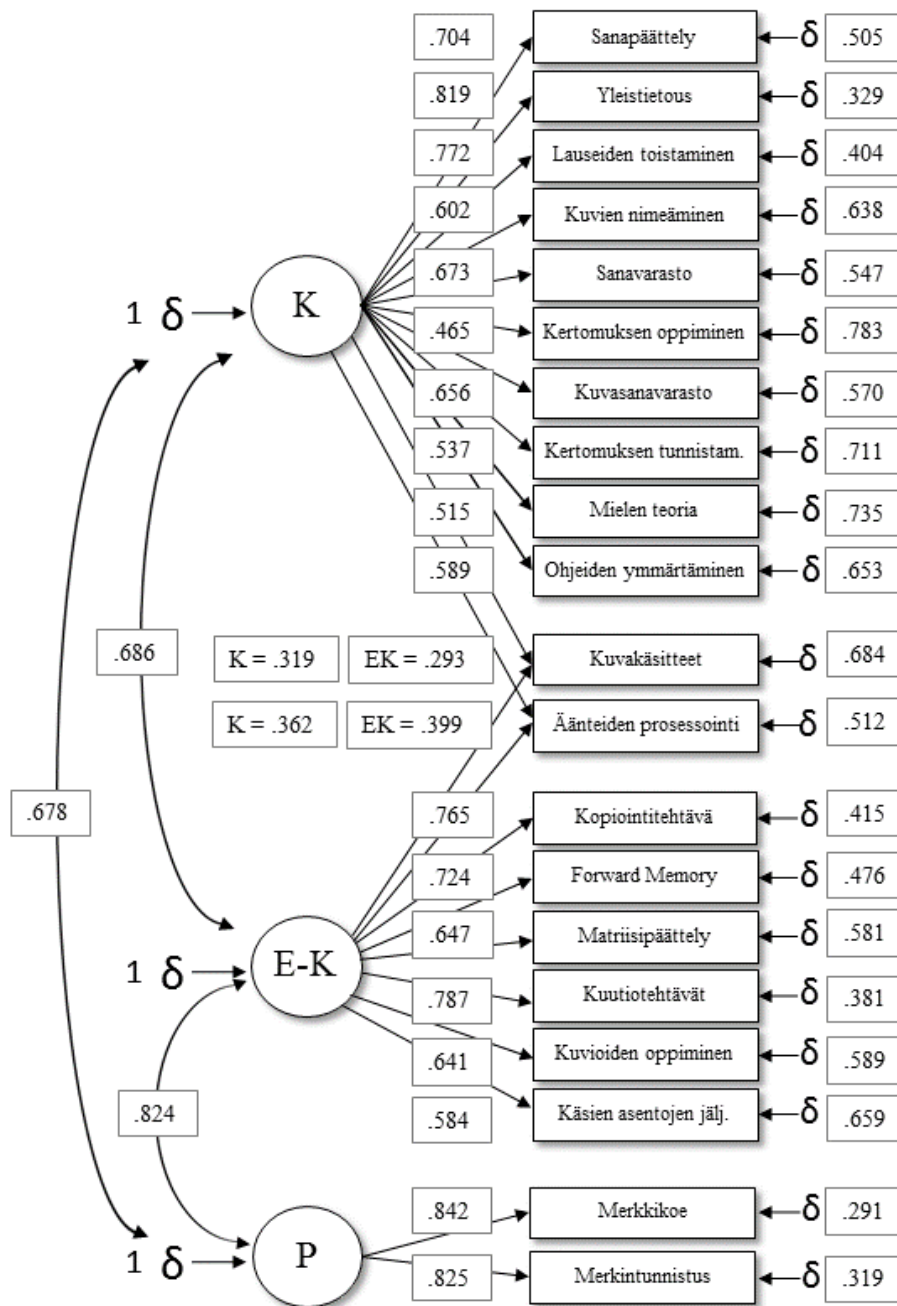
Taulukko 8. Mittausmallin muodostaminen.

Malli	χ^2 (df)	<i>p</i>	RMSEA	TLI	BIC
Malli 1					
Faktorit K ja E-K	252.116 (207)	.018	.057	0.912	8299
Malli 2a					
Faktorit K ja E-K	221.838 (187)	.041	.053	0.931	7801
VT poistettu mallista					
Malli 2b					
Faktorit K ja E-K	213.674 (186)	.080	.047	0.945	7797
VT poistettu mallista					
MK ~ MT ¹					
Malli 3a					
Faktorit K, E-K ja P	240.790 (204)	.040	.052	0.927	8300
Malli 3b					
Faktorit K, E-K ja P	210.283 (184)	.089	.047	0.947	7802
VT poistettu mallista					
Malli 3c					
Faktorit K, E-K ja P	185.990 (165)	.126	.044	0.956	7310
VT ja RANa poistettu mallista					
Malli 4					
<i>g</i> -faktori, fasetit K, E-K ja P	185.990 (165)	.126	.044	0.956	7310
VT ja RANa poistettu mallista					

Lyhenteet: K = kielellinen; E-K = ei-kielellinen; P = prosessointinopeus; VT = Visuaalinen tarkkaavuus;

MK = Merkkikoe; MT = Merkintunnistus, RANa = Nopea nimeäminen – aika

¹ Merkkikokeen ja Merkintunnistuksen virhetermien jäännöskorrelaatio sallittu



Kuva 2. Malli 3c. Kolmen faktorin ratkaisu. Kuvassa muuttujien standardoidut estimaatit ja standardoidut virhe-estimaatit.

Lyhenteet: K = Kielelliset taidot; E-K = Ei-kielelliset taidot; P = Prosessointinopeus

3.2 Kognitiivisten toimintojen rakenne DLD-ryhmässä

Malli 3c (kuva 2) valittiin mittausmalliksi TD- ja DLD-ryhmien invarianssitarkasteluihin. Rakenneinvarianssia ei saavutettu, eli mittausmallit eivät sopineet kuvaamaan vaihtelua DLD-ryhmässä ($\chi^2 = 478.874$ [330], $p < .001$, TLI = 0.904; RMSEA = .076). DLD-ryhmän kognitiivisten toimintojen rakenteen tarkastelua jatkettiin eksploraatiivisella faktorianalyysillä. Rinnakkais-analyysin scree-kuvaajan perusteella kahden faktorin ratkaisu sopi aineistoon parhaiten (liite 6). Vinorotatoidut EFA:t tehtiin 1–5 faktorin ratkaisuille (taulukot 9–10 ja liite 5), jotta vertailu TD-ryhmän ratkaisuihin mahdollistui. Lähempään tarkasteluun otettiin kolmen ja neljän faktorin ratkaisut; yhden faktorin ratkaisu sopi aineistoon huonoiten (taulukko 12), ja viiden faktorin ratkaisu ei ollut riittävän stabiili.

Kolmen faktorin ratkaisu selitti 59 % aineiston vaihtelusta (taulukko 9). Ensimmäiselle faktorille latautui lähinnä ei-kielellisiä muuttujia, joten se nimettiin ei-kielellisten taitojen faktoriksi (E-K). TD-ryhmän kolmen faktorin ratkaisusta poiketen DLD-ryhmän kolmen faktorin ratkaisussa muuttujat Merkkikoe ja Merkintunnistus latautuivat voimakkaasti E-K-faktorille. Toiselle faktorille latautui kielellisiä muuttujia ja muuttuja Kuvakäsitteet. Toinen faktori nimettiin näin ollen kielellisten taitojen faktoriksi (K). Kolmas faktori muodostui muuttujista Nopea nimeäminen - aika ja Kuvien nimeäminen, joiden lisäksi muuttujilla Lauseiden toistaminen ja Yleistietous oli tälle faktorille hajalataus. Tämän faktorin tulkittiin kuvastavan nimeämistä (N). Kolmen faktorin ratkaisu ei sopinut DLD-ryhmän aineistoon χ^2 -testisuureen eikä sopivuusindeksien perusteella ($\chi^2 = 229.46$ [168], $p = .001$; RMSEA = .079; TLI = 0.927; BIC = -525). Neljän faktorin ratkaisu selitti 61 % DLD-aineiston vaihtelusta (taulukko 10). Ensimmäiselle faktorille latautuivat voimakkaimmin muuttujat Merkintunnistus, Merkkikoe ja Käsien asentojen jäljittely, lisäksi muut ei-kielellisten taitojen muuttujat sekä muuttujat Mielen teoria ja Ohjeiden ymmärtäminen. Tämä faktori nimettiin ei-kielellisten taitojen tai prosessointinopeuden faktoriksi (E-K/P) Toiselle faktorille latautui voimakkaimmin muuttuja Nopea nimeäminen - aika ja lisäksi muuttujat Kuvien nimeäminen, Yleistietous, Lauseiden toistaminen ja Sanavarasto. Toinen faktori nimettiin nimeämisen/tuottamisen faktoriksi (N). Kolmannelle faktorille puolestaan latautuivat muuttujat Kuvasanavarasto, Äänteiden prosessointi, Ohjeiden ymmärtäminen, Kuvakäsitteet, Yleistietous sekä Sanapäättely. Kolmas faktori nimettiin kielellisen ymmärtämisen faktoriksi (KY). Neljännelle faktorille latautuivat muuttujat Kertomuksen oppiminen, Sanapäättely, Kertomuksen tunnistaminen sekä Sanavarasto, ja se nimettiin kielellisen muistin faktoriksi (KM). Faktorien välillä oli kohtalaisen suuria korrelaatioita (taulukko 10). Neljän faktorin ratkaisu sopi indeksien

puolesta aineistoon paremmin kuin kolmen faktorin ratkaisu (taulukko 11): χ^2 -testisuureen (175.94 [149], $p = .065$) ja TLI:n (0.964) perusteella ratkaisu sopi aineistoon. Myös RMSEA:n arvo .063 oli sopivan ($< .06$) rajalla.

Taulukko 9. Vinorotatoitu eksploratiivinen kolmen faktorin ratkaisu kielihäiriöryhmässä. Muuttujien faktorilataukset, kommunaliteetit (h^2), virhe-estimaatit (u^2) sekä kompleksisuusarvot (com), faktorien latausten neliösummat ja selitysasteet sekä faktorien väliset korrelaatiot.

	E-K	K	N	h^2	u^2	com
Tehtävä						
Käsien asentojen jäljittely	.85			.56	.44	1.1
Kuutiotehtävä	.83			.75	.25	1.0
Merkkikoe	.82			.74	.26	1.0
Kopiointitehtävä	.78			.74	.26	1.0
Merkintunnistus	.73			.68	.32	1.1
Kuvioiden oppiminen	.73			.52	.48	1.0
Forward Memory	.70			.69	.31	1.1
Matriisipäätely	.69			.54	.46	1.0
Visuaalinen tarkkaavuus	.36			.32	.68	1.8
Mielen teoria	.35			.18	.82	1.4
Sanapäätely		.86		.80	.20	1.0
Yleistietous		.69	.31	.77	.23	1.4
Kertomuksen oppiminen		.61		.34	.66	1.0
Ohjeiden ymmärtäminen	.36	.60		.71	.29	1.8
Äänteiden prosessointi		.60		.37	.63	1.2
Sanavarasto		.60		.80	.20	1.7
Kuvasanavarasto		.53		.42	.58	1.3
Kertomuksen tunnistaminen		.46		.29	.71	1.1
Kuvakäsitteet	.41	.44		.56	.44	2.2
Lauseiden toistaminen		.44	.36	.56	.44	2.1
Nopea nimeäminen – aika			-.89	.90	.10	1.1
Kuvien nimeäminen		.49	.56	.67	.33	2.0
Latausten neliösumma	6.26	4.88	1.78			
Selitysaste	.28	.22	.08			
Osuus kokonaisselitysasteesta (.59)	48 %	38 %	14 %			
Faktorien väliset korrelaatiot						
E-K	-					
K	.71	-				
N	.33	.36	-			

Lyhenteet: E-K = Ei-kielellisten taitojen faktori, K = Kielellisten taitojen faktori, N = Nimeämisen faktori

Taulukko 10. Vinorotatoitu eksploraatiivinen neljän faktorin ratkaisu kielihäiriöryhmässä. Muuttujien faktorilataukset, kommunaliteetit (h^2), virhe-estimaatit (u^2) sekä kompleksisuusarvot (com), faktorien latausten neliösummat ja selitysasteet sekä faktorien väliset korrelaatiot.

	E-K/P	N	KY	KM	h^2	u^2	com
Tehtävä							
Merkintunnistus	.85				.81	.19	1.3
Merkkikoe	.82				.75	.25	1.0
Käsien asentojen jäljittely	.81				.56	.44	1.0
Kuutiotehtävä	.76				.77	.23	1.2
Kopiointitehtävä	.71				.76	.24	1.3
Forward Memory	.69				.69	.31	1.1
Kuvioiden oppiminen	.69				.52	.48	1.1
Matriisipäätely	.57				.61	.39	2.0
Mielen teoria	.38				.19	.81	1.2
Visuaalinen tarkkaavuus	.36				.33	.67	1.7
Nopea nimeäminen – aika		-.95			.85	.15	1.1
Kuvien nimeäminen		.75			.69	.31	1.2
Yleistietous		.51	.42		.80	.20	2.3
Lauseiden toistaminen		.49			.55	.45	1.7
Sanavarasto		.44		.43	.85	.15	2.7
Kuvasanavarasto			.78		.66	.34	1.0
Äänteiden prosessointi			.48		.40	.60	1.6
Ohjeiden ymmärtäminen	.39		.45		.71	.29	2.6
Kuvakäsitteet	.39		.42		.59	.41	2.2
Kertomuksen oppiminen				.52	.42	.58	1.2
Sanapäätely			.33	.51	.80	.20	2.3
Kertomuksen tunnistaminen				.33	.31	.69	2.1
Latausten neliösumma	6.20	2.89	2.68	1.84			
Selitysaste	.28	.13	.12	.08			
Osuus kokonaisselitysasteesta (.61)	46 %	21 %	20 %	13 %			

Faktorien väliset korrelaatiot

E-K/P	-			
N	.50	-		
KY	.54	.38	-	
KM	.41	.26	.33	-

Lyhenteet: E-K/P = Ei-kielellisten taitojen tai prosessointinopeuden faktori, N = Nimeämisen/tuottamisen faktori, KY = Kielellisen ymmärtämisen faktori, KM = Kielellisen muistin faktori

Taulukko 11. χ^2 -testisuureet ja sopivuusindeksit faktoriratkaisuille (DLD-ryhmä).

faktorien lkm	χ^2 (df)	<i>p</i>	RMSEA	TLI	BIC
1	434.87 (209)	< .001	.122	0.789	-503
2	314.37 (188)	< .001	.100	0.867	-529
3	229.46 (168)	.001	.079	0.927	-525
4	175.94 (149)	.065	.063	0.964	-493
5	142.93 (131)	.22	.054	0.981	-445

Lyhenteet: RMSEA = Residual mean square error of approximation; TLI=Tucker Lewisin Indeks, BIC=Bayesilainen informaatiokriteeri

4 POHDINTA

Tässä pro gradu -tutkielmassa tarkasteltiin 4–7-vuotiaiden tyypillisesti kehittyvien leikki-ikäisten lasten (TD-lapset) sekä kielihäiriöisten leikki-ikäisten lasten (DLD-lapset) kognitiivisten toimintojen rakennetta. Tavoitteena oli lisätä tietämystä leikki-ikäisten lasten kognitiivisista prosesseista ja niiden suhteista toisiinsa. Lisäksi selvitettiin, rakentuvatko kognitiiviset toiminnot kehityksellisessä kielihäiriössä TD-lasten tavoin. Tutkituimmat teoriat kognitiivisten toimintojen rakenteesta koskevat aikuisia, eivätkä ole yleistettävissä leikki-ikäisiin. Tietääkseni tämä oli ensimmäinen tutkimus, jossa pureuduttiin kehitykselliseen kielihäiriöön liittyviin kieltä laajempiin kognitiivisiin poikkeavuuksiin ja niiden välisiin suhteisiin kokonaisuutena. Aineisto koostui 155 leikki-ikäisestä pääkaupunkiseudulla asuvasta lapsesta. Kognitiivisten toimintojen rakennetta arvioitiin 22 tehtävällä Nepsy-II-, WPPSI-III-, Leiter-R- ja LUKIVA-menetelmistä, ja analyysina käytettiin eksploratiivista faktorianalyysia. Tyypillisesti kehittyvien leikki-ikäisten suoriutumisen vaihtelua tehtävissä voitiin parhaiten selittää mallilla, joka koostui kolmesta latentista tekijästä: kielellisten ja ei-kielellisten taitojen lisäksi mukana oli prosessointinopeudeksi tulkittu latentti tekijä. Toiminnot olivat toisiinsa yhteyksissä voimakkaasti. DLD-lasten kognitiivisten toimintojen rakenne näyttäytyi erilaisena: suoriutumista selitti neljä latenttia tekijää: ei-kielelliset taidot/prosessointinopeus, nimeäminen/tuottaminen, kielellinen ymmärtäminen sekä kielellinen muisti. DLD-lapsilla kielellisistä taidoista erottui siis erilaisia osataitoja, ja toisaalta prosessointinopeus ei erottunut muista ei-kielellisistä taidoista.

4.1 Kognitiivisten toimintojen rakenne leikki-iässä

Leikki-ikäisille parhaiten sopivaksi malliksi valittiin kolmen latentin tekijän ratkaisu, jossa erilaisissa kognitiivisissa tehtävissä suoriutumista selittivät kielelliset taidot, ei-kielelliset taidot ja prosessointinopeus. Kielellisten ja ei-kielellisten taitojen faktorit selittivät suurinta osaa vaihtelusta. Pääosin kielellisistä taidoista muodostuvassa faktorissa oli tehtäviä, joiden ajatellaan arvioivan erilaisia kielellisiä taitoja: kielellistä päättelyä, kielellistä muistia, kielellistä ymmärtämistä, sanavarastoa sekä äännetietoisuutta. Ei-kielellisten taitojen faktorissa oli puolestaan pääosin tehtäviä, joiden ajatellaan arvioivan erilaisia näönvaraisia taitoja: visumotoriikkaa, näönvaraista muistia, näönvaraista päättelyä ja osakokonaisuuksien hahmottamista. Kolmas faktori sisälsi prosessointinopeuden tehtävät sekä näönvaraista tarkkaavuutta vaativan tehtävän. Prosessointinopeuden faktorille latautuvat tehtävät vaativat leikki-ikäisillä lisäksi hienomotorisia taitoja ja silmä-käsi-yhteistyötä, sillä ne vaativat kynän käyttöä. Malli noudatti väljästi WPPSI-III-menetelmän (Wechsler, 2009) rakennetta. Faktorit korreloivat keskenään melko voimakkaasti, mikä on linjassa yleiseen kykytekijään liittyvien tutkimusten kanssa (esim. Deary, 2002; Ward ym., 2011). Parhaiten sopiva malli onkin mahdollista kuvata joko niin, että faktorit korreloivat keskenään (kuten kuvassa 2; malli 3c) tai siten, että faktorien välistä korrelaatiota selittää ylemmän tason *g*-faktori (malli 4).

Yhden ja kahden faktorin ratkaisut eivät tässä aineistossa selittäneet yksilöiden välistä vaihtelua riittävästi. Neurokognitiivisten perustoimintojen osalta on aiemmin arvioitu, että nuorilla lapsilla kielellinen suoriutuminen selittää vaihtelua parhaiten myös sellaisissa tehtävissä, joilla on tarkoitus arvioida jotakin ei-kielellistä toimintoa (Stinnett ym., 2002; Jarratt, 2005). Myös CHC-teorian yleisen kykytekijän on ehdotettu selittävän leikki-ikäisten lasten suoriutumista (Ward ym., 2011). Toisaalta joissakin tutkimuksissa on havaittu, että binäärinen jako kielellisiin ja ei-kielellisiin taitoihin toimii leikki-ikäisillä parhaiten (esim. Brito ym., 2011; Tideman & Gustafsson, 2004). Tämän tutkimuksen aineistoon kielellisen ja ei-kielellisen faktorin muodostama ratkaisu sopikin melko hyvin, mutta prosessointinopeutta arvioivat tehtävät loivat yksilöiden välille vaihtelua, jota tämä binäärinen ratkaisu ei selittänyt. Toisaalta neurokognitiiviset perusprosessit eivät näyttäyty tässä tutkimuksessa eriytyneinä myöskään NEPSY-II-menetelmän ehdottamalla tavalla (kielelliset toiminnot, muisti ja oppimistoiminnot, visuospatiaaliset toiminnot, visumotoriset toiminnot, tarkkaavuus ja toiminnanohjaus, sosiaalinen kognitio; Korkman, 2008b). Faktorirakenne sen sijaan muistuttaa Kervisen (2015) tutkimuksen rakennetta. NEPSY-II-menetelmällä voidaan Kervisen (2015) mukaan arvioida 5–6-vuotiailla leikki-ikäisillä

kielellisiä toimintoja, näönvaraisia toimintoja (visuospatiaalinen/-motorinen), prosessointinopeutta ja inhibitiota. Tämän tutkimuksen kolmen faktorin ratkaisu on muilta osin samankaltainen kuin Kervisen (2015), mutta inhibitiota arvioivia tehtäviä ei ollut käytössä. Tämän tutkimuksen perusteella vaikuttaa kaiken kaikkiaan siltä, että leikki-ikäisten kognitiivisista taidoista erottuu muutakin kuin yleinen kykytekijä tai kielelliset ja ei-kielelliset taidot. Leikki-ikäisten eri taidot kuitenkin korreloivat keskenään.

Jotkin tässä tutkimuksessa käytetyt tehtävät latautuivat useammalle faktorille. Voidaan ajatella, että nämä tehtävät vaativat useampaa kognitiivista toimintoa. Tehtävä Kuvakäsitteet latautui lähes yhtä voimakkaasti sekä Kielellisen että Ei-kielellisten taitojen faktorille. Myöskään WPPSI-III-menetelmän standardointiaineistossa tämä tehtävä ei ole yksiselitteisen ei-kielellinen: ikäryhmässä 4-6 (n. 4.5–4.75-vuotiaat) Kuvakäsitteet latautuu yhtä vahvasti kielelliselle ja ei-kielelliselle faktorille, ja ikäryhmässä 5-3 (n. 5.25–5.5-vuotiaat) se latautuu voimakkaammin kielelliselle faktorille (Wechsler, 2009). Kuvakäsitteissä lapsen tulee valita kuvien joukosta yhteensopivat kuvat jonkin niille yhteisen ominaisuuden perusteella (Wechsler, 2009). Latautuminen kielellisten taitojen faktorille voi johtua siitä, että tehtävä vaatii ei-kielellisen päättelyn lisäksi myös kielellisiä toimintoja. Esimerkiksi asioiden yhteisten ominaisuuksien havaitseminen voi vaatia kielellistä abstraktien kategorioiden muodostamista. Myös erilaisten strategioiden käyttäminen, kuten vain kuvien visuaalisten ominaisuuksien tarkastelu käsitteellisemmän tarkastelun sijaan, voi heikentää tehtävässä suoriutumista (Wechsler, 2009) ja näin ollen luoda eroja TD-ryhmän lasten välille samassa suhteessa kuin kielelliset tehtävät luovat. Äänteiden prosessointi, jonka on tarkoitus arvioida fonologista prosessointia kuten äänteiden tunnistamista ja muokkaamista (Korkman, 2008b), latautui myös ei-kielelliselle faktorille kielellisen faktorin lisäksi. Äänteiden prosessointi sisältää tehtävätyyppejä, joissa suoriutumista arvioidaan siten, että lapsen on tunnistettava kuvien joukosta se, jonka nimessä on tutkijan lausumia äänteitä, joten se saattaa vaatia myös kuvien tunnistamiseen ja osoittamiseen liittyvää ei-kielellistä prosessointia. Voi myös olla, että motivaatio tai yleinen tottumus kuvakirjojen kanssa työskentelyyn vaikuttaa leikki-ikäisten suoriutumiseen etenkin tässä tehtävässä: Äänteiden prosessointi korreloikin tässä tutkimuksessa voimakkaasti lähes kaikkien muiden käytettyjen tehtävien kanssa. Ohjeiden ymmärtäminen ei latautunut kolmen faktorin ratkaisussa kovin voimakkaasti millekään faktorille (kuitenkin eniten kielellisten taitojen faktorille), ja sen vaihtelua selittämään tarvittiin kaikkia kolmea faktoria. Vastaavasti Nepsy-II-menetelmän standardointiaineistolla tehdyssä faktorianalyysisessä tutkimuksessa Ohjeiden ymmärtäminen latautui 3–4-vuotiailla prosessointinopeuden ja hienomotoriikan faktorille ja 5–6-vuotiailla eniten työmuistia ja prosessointinopeutta heijastavalle faktorille (Kervinen, 2015). Tämä

tehtävä saattaakin vaatia leikki-ikäisiltä paitsi kielellistä ohjeiden ymmärtämistä, myös prosessointinopeutta, nuoremmilla leikki-ikäisillä lisäksi hienomotorisia taitoja ja vanhemmilla leikki-ikäisillä työmuistia.

Sosiaalisten tilanteiden herättämien tunteiden ymmärtämistä ja tunteiden tunnistamista vaativa tehtävä Mielen teoria ei muodostanut sosiaalisen kognition faktoria, vaan latautui voimakkaimmin kielellisten taitojen faktorille. Aiemmin myös tunteiden tunnistamiseen kasvonilmeistä liittyvän tehtävän on havaittu olevan leikki-ikässä voimakkaasti yhteydessä kielellisiin taitoihin (Rosenqvist, Lahti-Nuuttila, Laasonen & Korkman, 2014). Tämän tutkimuksen tulosta on tulkittava varoen aineiston ominaisuuksiin liittyvistä syistä. Ensiksi, tehtävän faktorilataus ja kommunaliteetti olivat heikot, mikä viittaa siihen, ettei faktoriratkaisu selitä kyseisen tehtävän koko vaihtelua. Toisin sanoen vaihtelua Mielen teoria -tehtävässä suoriutumisessa selittää jokin kielellisistä ja ei-kielellisistä taidoista sekä prosessointinopeudesta erillinen taito. Toinen huomioitava asia on, että sosiaalista kognitiota arvioitiin ainoastaan yhdellä tehtävällä, jonka erottelukyky oli varsin heikko ja korrelaatiot muihin tehtäviin suhteellisen voimakkaita. Tehtävä on myös aiemmin arvioitu epäsensitiiviseksi kouluikäisillä lapsilla (Barron-Linnankoski, Reinvall, Lahervuori, Voutilainen, Lahti-Nuuttila & Korkman, 2015). Saattaakin siis olla, että tässä tutkimuksessa käytetyllä Mielen teoria -tehtävällä ei voida puhtaasti arvioida leikki-ikäisten sosiaalista kognitiota. Suuremmalla määrällä sosiaalisen kognition tehtäviä voitaisiin luotettavammin sanoa, erottuuko se kielellisistä taidoista leikki-ikäisillä.

Odottamattomat lataukset tai niiden puuttuminen voivat kertoa myös siitä, että kognitiivisten toimintojen rakenne leikki-ikässä muodostuu ainakin osin CHC-teorian mukaisesti: kielellisiksi taidoiksi tulkittu faktori voi ilmentää myös CHC-teorian kiteytynyttä tietoa (Gc) ja ei-kielellisiksi taidoiksi tulkittu faktori puolestaan joustavaa päättelyä (Gf). Myös kognitiivinen prosessointinopeus (Gs) on yksi CHC-teorian osa-alueista. Useimpien kielellisten tehtävien suorittaminen vaatii yleistä, kasvuympäristössä omaksuttavaa ja opittavaa tietoa. Kielellisten taitojen faktorille latautuvassa ei-kielellisen päättelyn tehtävässä Kuvakäsitteet tarvitaan myös yleistä tietoa (Wechsler, 2009). Lisäksi osin ei-kielellisten taitojen faktorille latautuva tehtävä Äänteiden prosessointi ja hyvin vähän kielellisten taitojen faktorille latautuva tehtävä Ohjeiden ymmärtäminen vaativat kielellisistä tehtävistä kenties vähiten kiteytynyttä tietoa. Ohjeiden ymmärtämisen tehtävässä on ymmärrettävä kuvioiden ominaisuuksia, kuten värejä ja muotoja, sekä suhteita toisiinsa, kuten sijainti ylä- tai alapuolella. Äänteiden prosessointi puolestaan vaatii kykyä kuulonvaraisesti tunnistaa ja analysoida äänteitä sekä sanojen äännerakenteita. Näiden

tehtävien heikompi latautuminen kielellisten taitojen faktorille voisi siis liittyä siihen, etteivät kiteytyneeseen tietoon lukeutuvat ominaisuudet riitä selittämään vaihtelua näissä tehtävissä.

CHC-teoriassa kognitiiviset kyvyt jaetaan paitsi joustavaan päättelyyn, kiteytyneeseen tietoon ja kognitiiviseen prosessointinopeuteen, myös lyhytkestoiseen muistiin (Gsm), näön- ja kuulonvaraiseen prosessointiin (Gv ja Ga), pitkäkestoiseen muistivarastoon (Glr), päätöksenteko- ja reaktionopeuteen (Gt), lukemiseen ja kirjoittamiseen (Grw) sekä kvantitatiiviseen tietoon (Gq). Kuten aiemmissa leikki-ikäisen kognitiivisten toimintojen rakennetta tarkastelleissa tutkimuksissa, myöskään tässä kaikkia näistä osa-alueista ei havaittu. Tässä tutkimuksessa käytetyt tehtävät eivät varsinaisesti mittaa kvantitatiivisen tiedon, pitkäkestoisen muistin, lukemisen ja kirjoittamisen tai reaktionopeuden osa-alueita. Lyhytkestoisen muistin tehtäviä oli kuitenkin useampia, mutta ne latautuivat kielellisten ja ei-kielellisten taitojen faktoreille. Tältä osin tulos poikkeaa aiemmista tutkimuksista, joissa lyhytkestoisen muistin on havaittu leikki-ikässä eriytyneen omaksi osa-alueekseen (Martins ym., 2016; Morgan ym., 2009; Tusing & Ford, 2004). Tulos on kuitenkin samankaltainen kuin Mungasin ym. (2013) tutkimuksessa, jossa lyhytkestoinen muisti latautui yhdessä työmuistin, tarkkaavuuden sekä näönvaraisen päättelyn kanssa joustaviksi kyvyiksi (engl. *fluid abilities*) kutsutulle faktorille. Myöskään joustavan päättelyn osa-alue ei näyttäydy tässä tutkimuksessa yksiselitteisesti: sitä parhaiten kuvastavalle faktorille latautui voimakkaimmin tehtäviä, joissa tarvitaan ensisijaisesti näönvaraista hahmottamista ja näönvaraista lyhytkestoista muistia. Aiemmissa tutkimuksissa onkin arvioitu, ettei joustava päättely välttämättä ole leikki-ikässä vielä eriytynyt muista kognitiivisista osa-alueista (Chang ym., 2014; Tusing & Ford, 2004). Saattaa siis olla, että esimerkiksi lyhytkestoinen muisti, työmuisti ja näönvarainen hahmottaminen muodostavat leikki-ikässä taitojen kokonaisuuden, josta myöhemmin esimerkiksi joustava päättely eriytyy.

4.2 Kognitiivisten toimintojen rakenne kehityksellisessä kielihäiriössä ja erot tyypillisesti kehittyvien rakenteeseen

Tyypillisesti kehittyvien leikki-ikäisten aineistolla muodostettu kolmesta latentista tekijästä koostuva kognitiivisten toimintojen rakenteen malli ei sopinut kuvaamaan kielihäiriöisten leikki-ikäisten aineiston vaihtelua. Sen sijaan kielihäiriöisten leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen rakennetta selitti malli, jossa oli neljä latenttia tekijää: ei-kielelliset taidot, nimeäminen/tuottaminen, kielellinen ymmärtäminen sekä kielellinen muisti. Toisin kuin TD-ryhmässä, jossa kielellinen prosessointi muodosti ainoastaan yhden faktorin, DLD-ryhmässä se

jakautui siis erilaisiin osataitoihin. Faktoreille annetut nimet eivät täysin kuvasta niitä, vaan kunkin alle mahtuu keskenään erilaisia kielellisiä taitoja. Taulukossa 13 yhteenvetona TD- ja DLD-ryhmiin sopineet faktoriratkaisut.

Nimeämisen/tuottamisen faktorille latautui voimakkaimmin tehtävä Nopea nimeäminen, toisena Kuvien nimeäminen ja sitten Yleistietous, Lauseiden toistaminen sekä Sanavarasto. Nämä tehtävät vaativat nimikkeiden automatisoitunutta muistista hakua, puheen tuottoa, kertynyttä yleistietoa ja sanastoa sekä kielellistä lyhytkestoista muistia (Ahonen ym., 1999; Korkman, 2008b; Wechsler, 2009). Sarjallinen nimeäminen on kielihäiriöisillä lapsilla hitaampaa kuin tyypillisesti kehittyvillä (Ahonen ym., 1999). Nopean sarjallisen nimeämisen on arvioitu vaativan monenlaisia erilaisia prosesseja, kuten sanahakua, yleisempää prosessoinnin nopeutta tai taitojen automatisoitumisen tehokkuutta, ja sillä on yhteyksiä useampiin kognitiivisiin taitoihin (katsaus: Heikkilä, 2005). Ei siis ole yllättävää, että sen kanssa samalle faktorille sijoittuu muita kielellisiä tehtäviä, joita yhdistää etenkin nimikkeiden muistista haku ja kielellinen tuottaminen. Tehtävät Yleistietous, Lauseiden toistaminen ja Sanavarasto vaativat lapselta kielellisesti tuotettua vastausta.

Kielellisen ymmärtämisen faktorille latautuivat tehtävät Kuvasanavarasto, Ohjeiden ymmärtäminen, Äänteiden prosessointi, Kuvakäsitteet, Yleistietous sekä Sanapäättely. Varsinaisia kielen ymmärtämisen tehtäviä voidaan katsoa olevan Kuvasanavarasto (passiivinen sanavarasto; Wechsler, 2009) ja Ohjeiden ymmärtäminen (suullisten ohjeiden ymmärtäminen ja toteuttaminen; Korkman, 2008b). Siinä missä nimeäminen ja tuottaminen ovat monien kielellisten osataitojen tulos, kielen ymmärtäminen puolestaan on monien kielellisten taitojen taustalla. Esimerkiksi yleistiedon kertyminen edellyttää kielen ymmärtämistä. Erilaisen tiedon yhdistelyä, yleistietoa ja oivaltavaa päättelyä vaativat tehtävät Yleistietous, Kuvakäsitteet ja Sanapäättely (Wechsler, 2009) latautuivatkin DLD-ryhmässä voimakkaimmin kielellisen ymmärtämisen faktorille. Äänteiden prosessointi puolestaan vaatii kuulonvaraista äänteiden tunnistamista ja erottelua (fonologinen prosessointi; Korkman, 2008b). Äänteiden prosessointi voi liittyä kielelliseen ymmärtämiseen fonologisen lyhytkestoisen muistin kautta. Kielellistä materiaalia on pidettävä mielessä, jotta sitä ehditään prosessoida: Aiemmin on havaittu, että fonologisesta prosessoinnista fonologinen lyhytkestoinen muisti vaikuttaa ainakin lauseiden ymmärtämiseen (Higgins, Penney & Robertson, 2017).

Kielellisen muistin faktorille latautuivat tehtävät Kertomuksen oppiminen, Sanapäättely, Sanavarasto sekä Kertomuksen tunnistaminen. Kertomuksen oppimisessa ja tunnistamisessa lapsen tulee muistaa asioita lyhyestä tarinasta (Korkman, 2008b). Sanapäättely-tehtävässä tarvitaan lyhytkestoista muistia, sillä siinä päätellään oikea vastaus lyhyen vihjeen perusteella.

Kielellisen lyhytkestoisen muistin sekä kyvyn painaa mieleen kertomuksellista materiaalia on havaittu vaikuttavan myös sanaston kertymiseen (Archibald, 2017; Engel de Abreu, Gathercole & Martin, 2011). Kielellisen muistin faktorille latautuvien tehtävien suorittamiseen tarvitaan lyhytkestoisen muistin lisäksi myös deklarativista muistia (kykyä oppia ja palauttaa mieleen yleistä tietoa).

Kielellisten taitojen näyttäytyminen eriytyneenä DLD-ryhmässä verrattuna TD-ryhmään voi johtua useammasta syystä. Näyttää siltä, että DLD-ryhmässä kielellisistä taidoista eroja yksilöiden välille luo parhaiten nimeäminen/tuottaminen, kielen ymmärtäminen ja kielellinen muisti, kun taas TD-ryhmässä kielellisistä taidoista erot tulevat parhaiten näkyviin korkeamman tason päättelytehtävissä. On mahdollista, että kielelliset tehtävät erottelevat erilaisia kielellisiä taitoja kielihäiriöisillä leikki-ikäisillä paremmin kuin tyypillisesti kehittyvillä. Kehityksellinen kielihäiriö pitää sisällään heterogeenisen joukon kielellisiä haasteita, jotka ilmenevät yksilöllisesti (Bishop ym., 2017). DLD-lapsilla erilaisissa kielellisissä perustoiminnoissa voi siis olla enemmän vaihtelua kuin tyypillisesti kehittyvillä: toinen lapsi voi olla taitava kielen ymmärtämisen tehtävissä ja heikko nimeämiseen liittyvissä tehtävissä, kun taas toinen voi suoriutua hyvin kielellisessä muistissa verrattuna muihin kielellisiin tehtäviin. TD-ryhmän lapsilla kielellisten taitojen profiili voi olla tasaisempi, ja merkittävät suoriutumiserot tuottavat taidot liittyä perustoimintojen sijaan enemmän korkeamman tason päättelyyn.

Sekä TD- että DLD-ryhmässä ei-kielellisten taitojen tehtävät muodostivat oman faktorinsa. Prosessointinopeutta vaativat tehtävät eivät DLD-ryhmässä erottuneet omaksi faktorikseen kuten TD-ryhmässä, vaan muut ei-kielelliset tehtävät latautuivat niiden kanssa samalle faktorille. Kielihäiriöisillä nuorilla prosessoinnin on havaittu olevan tyypillisesti kehittyviä hitaampaa (esim. Leonard ym., 2007; Park, Miller & Mainela-Arnold, 2015; myös tässä tutkimuksessa DLD-ryhmän suoriutuminen oli prosessointinopeuden tehtävissä heikompa kuin TD-ryhmän). Kailin ja Salthousen (1994) teorian mukaan prosessointinopeus voidaan nähdä eräänlaisena kapasiteettina tai voimavarana erilaisten kognitiivisten tehtävien suorittamisen taustalla: nopeampi tiedonkäsittely parantaa suoriutumista erilaisilla kognition osa-alueilla etenkin, jos käytettävissä oleva aika on rajattu. Valtaosassa tehtäviä tarvitaan siis prosessointinopeutta, vaikka niillä ei varsinaisesti sitä arvioitaisikaan: esimerkiksi Kuutiotehtävässä ja Käsien asentojen jäljittelyssä on aikarajat, joten prosessoinnin hitaus voi heikentää suoriutumista ja DLD-ryhmässä olla merkittävä yksilöiden välille eroja luova tekijä. TD-ryhmässä puolestaan prosessointi voi olla sen verran nopeaa, että ei-kielellisissä tehtävissä toiminnot, kuten näönvarainen työmuisti, visuospatiaalinen hahmotus ja visuomotoriikka, saattavat prosessointinopeutta voimakkaammin erotella yksilöitä

toisistaan, eikä prosessointinopeus näin ollen vaikuta suoriutumiseen yhtä paljon kuin DLD-ryhmässä. Toinen selitystapa on se, että DLD-lapsilla prosessointinopeutta arvioivat tehtävät Merkintunnistus ja Merkkikoe vaativat jotakin muuta ei-kielellistä taitoa, joka tuottaa yksilöiden välisiä eroja tehtäväsuoriutumiseen merkittävämmän kuin prosessointinopeus. Tällainen tekijä voisi olla tässä tapauksessa hienomotoriikka: DLD-ryhmän aineistoon sopivassa mallissa Merkkikokeen ja Merkintunnistuksen jälkeen voimakkaimmin ei-kielellisten taitojen faktorille latautuivat Käsien asentojen jäljittely, Kuutiotehtävä ja Kopiointitehtävä, jotka Merkkikokeen ja Merkintunnistuksen tapaan vaativat käsien motoriikan hallintaa. Sensorimotoriset taidot ovat alle 3-vuotiailla tyypillisesti kehittyvillä lapsilla merkittävimpiä yksilöiden välisiä eroja tuottavia taitoja (Gardner & Clark, 1992). Erot ei-kielellisten taitojen rakentumisessa voivat siis liittyä myös siihen, että kielihäiriöisten leikki-ikäisten hienomotoriset taidot kehittyvät epätyypillisesti (ks. Sanjeevan ym., 2015).

Kielihäiriöisten leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen rakenteesta ei juurikaan ole aiempia tutkimuksia. Ottem (2003) on ehdottanut, että päättelytaidot voidaan kehityksellisessä kielihäiriössä jakaa kielelliseen ja ei-kielelliseen päättelyyn, ja kumpikin edelleen yksinkertaiseen tietoon pohjautuvaan ja monimutkaiseen prosessointiin pohjautuvaan päättelyyn. Tässä tutkimuksessa kielelliset ja ei-kielelliset taidot erottuivat toisistaan Ottemin (2003) tutkimuksen tavoin. Ottemin (2003) tietoon/prosessointiin pohjautuvaa jakoa ei kuitenkaan ollut nähtävissä tässä tutkimuksessa: Ei-kielellisiä taitoja ei voitu DLD-ryhmässä jakaa osataitoihin, ja kielellisistä taidoista erottui kolme muulla tavoin jaoteltavaa osataittoa. Kielellisten taitojen osalta tulos on likimäärin linjassa Ramusin ym. (2013) tulosten kanssa, jossa kielellisissä tehtävissä suoriutumiseen vaikutti useampi latentti tekijä.

Taulukko 13. Tyypillisesti kehittyvien lasten ja kielihäiriöryhmän lasten aineistoihin sopineet faktoriratkaisut. Tehtävät sijoitettu faktorien alle suuruusjärjestyksessä, suurimman faktorilatauksen omaava tehtävä ensin.

TD: 3 faktorin ratkaisu	DLD: 4 faktorin ratkaisu
Kielelliset taidot / Gf	Kielellinen ymmärtäminen
Sanapäättely	Kuvasanavarasto
Yleistietous	Äänteiden prosessointi
Lauseiden toistaminen	Ohjeiden ymmärtäminen
Kuvien nimeäminen	Kuvakäsitteet
Sanavarasto	Yleistietous
Kertomuksen oppiminen	Sanapäättely
Kuvasanavarasto	Kielellinen muisti
Kertomuksen tunnistaminen	Kertomuksen oppiminen
Mielen teoria	Sanapäättely
Ohjeiden ymmärtäminen	Sanavarasto
Kuvakäsitteet	Kertomuksen tunnistaminen
Äänteiden prosessointi	Nimeäminen/tuottaminen
	Nopea nimeäminen – aika
	Kuvien nimeäminen
	Yleistietous
	Lauseiden toistaminen
	Sanavarasto
Ei-kielelliset taidot / Gc	Ei-kielelliset taidot
Kopiointitehtävä	Merkintunnistus
Forward Memory	Merkkikoe
Matriisipäättely	Käsien asentojen jäljittely
Kuutiotehtävä	Kuutiotehtävä
Kuvioiden oppiminen	Kopiointitehtävä
Kuvakäsitteet	Forward Memory
Käsien asentojen jäljittely	Kuvioiden oppiminen
Äänteiden prosessointi	Matriisipäättely
Prosessointinopeus / Gs	Mielen teoria
Merkkikoe	Ohjeiden ymmärtäminen
Merkintunnistus	Kuvakäsitteet
(Visuaalinen tarkkaavuus)	Visuaalinen tarkkaavuus

Kognitiiviset latentit tekijät, jotka vaikuttavat erilaisista tehtävistä suoriutumiseen, eivät siis näyttäytytä täysin samanlaisina TD- ja DLD-ryhmissä, vaikka yhtäläisyyksiäkin on. DLD-ryhmässä kielellisistä taidoista erottuu kolme erilaista osataittoa (nimeäminen/tuottaminen, kielellinen ymmärtäminen, kielellinen muisti), TD-ryhmän kohdalla puolestaan osataitoja ei erotu. Ei-kielelliset taidot vaikuttavat osittain samoin eri ryhmissä, mutta prosessointinopeuden tai silmäkäsi -yhteistyötä vaativien hienomotoristen taitojen osuus suoriutumisen selittäjänä ja suhteet muihin ei-kielellisiin taitoihin ovat ryhmissä erilaiset. On mahdollista, että erot ei-kielellisten taitojen rakentumisessa liittyvät siihen, että kielihäiriöisten leikki-ikäisten hienomotoriset taidot kehittyvät hitaammin, tai siihen, että hitaampi prosessointinopeus vaikuttaa kielihäiriöisten suoriutumiseen tyypillistä suuremmassa määrin muissakin kuin varsinaisissa prosessointinopeuden tehtävissä. Tulos on merkittävä kognitiivisten arviointimenetelmien validiteetin kannalta: ne eivät välttämättä mittaa täysin samoja asioita kielihäiriöisillä leikki-ikäisillä kuin tyypillisesti kehittyvillä. Kliinisessä käytännössä menetelmiä onkin tulkittava lasten kohdalla yhdistellen tietoa useammista lähteistä: erilaisista standardoiduista menetelmistä, lapsen vanhemmilta ja muilta lähiympäristön aikuisilta sekä lapsen havainnoinnista (Sattler, 2001).

4.3 Tutkimuksen luotettavuus ja rajoitukset

Tässä tutkimuksessa analyysimenetelmänä käytettiin eksploratiivista faktorianalyysia, sillä täysin teoreettisesti perusteltua mallia ei voitu muodostaa: tutkimuksessa käytettiin tehtäviä erilaisiin teorioihin perustuvista menetelmistä, ja leikki-ikäisten kognitiivisten toimintojen rakenteelle ei ole menetelmärajat ylittävää, kattavaa teoriaa (kuten aikuisten CHC-teoria). EFA:n käyttöä ei suositella kaikkiiin tilanteisiin, ja EFA:a ei pitäisi käyttää, jos konfirmatorisen faktorianalyysin käyttö on mahdollista (Costello & Osborne, 2005). Ongelmana EFA:a käytettäessä on aineistolähtöisyys. Sitä ole tarkoitettu teorioiden tai hypoteesien testaamiseen ja näin ollen tuloksia on tulkittava varovaisesti (Costello & Osborne, 2005). Tässä tutkimuksessa tämä otettiin huomioon etenemällä varsin konservatiivisesti analyysi- ja tulkintavaiheessa, esimerkiksi kiinnittäen huomiota useisiin tekijöihin parhaiten sopivaa mallia valitessa. Tarvitaan kuitenkin konfirmatorista lisätutkimusta, jotta tämän tutkimuksen tulokset vahvistuvat. Tätä varten tulisi selkeyttää, mitä kognitiivisten toimintojen rakenteella tarkoitetaan: halutaanko tutkia kognitiivisia kykyjä vai neurokognitiivisia perusprosesseja? Mitä ne pienten lasten kohdalla oikeastaan ovat?

Tässä tutkimuksessa esitetyt mallit eivät ole ainoita mahdollisia sopivia. Esimerkiksi TD-ryhmän parhaiten sopivaksi malliksi valitussa kolmen faktorin ratkaisussa faktorien välisen korrelaation

olisi voinut matemaattisesti yhtä hyvin selittää myös lisäämällä malliin ylemmän tason faktorin, yleisen kykytekijän. TD-lapsilla kolmen faktorin mallin lisäksi myös kahden faktorin malli, jossa sallittiin ei-kielellisten taitojen faktorille latautuvien prosessointinopeuden tehtävien mittausvirheen yhteisvaihtelu (engl. *correlated measurement error*), sopi aineistoon melko hyvin. Käytännössä mittausvirheen yhteisvaihtelu tarkoittaa, että muuttujien taustalla on jotakin, jota ei muodostetulla mallilla kyetä selittämään, ja sen salliminen mallissa lisää tyypin II virheen todennäköisyyttä ja voi peittää jonkin todellisen rakenteen (Gerbing & Anderson, 1984; Hermida, 2015). Tässä tutkimuksessa päädyttiinkin malliin, jossa prosessointinopeus nähdään latenttina tekijänä. Tulevaisuuden tutkimuksissa olisi kuitenkin selvitettävä tarkemmin prosessointinopeuden ja muiden ei-kielellisten taitojen suhdetta leikki-ikäisillä.

Faktorianalyysissa suurempi otoskoko ja/tai toisaalta suurempi määrä muuttujia vahvistavat analyysien tilastollista voimaa. Mitä monimutkaisempi malli muodostetaan, sitä suurempi otoskoko tarvitaan sen sopivuuden analysoimiseksi, eli verrattain suuremmalla määrällä muuttujia tai suuremmalla otoskoolla pienempi efekti voidaan saada esiin (MacCallum, Widaman, Zhang & Hong, 1999). Esimerkiksi Costello ja Osborne (2005) ehdottavat EFA:n sopivaksi luotettavaksi tutkittavien ja tutkittujen osioiden suhteeksi 20:1. Tässä tutkimuksessa otoskoko oli siis suhteellisen pieni ja joistakin kognitiivisista toiminnoista muuttujia oli pienempi määrä kuin toisista: esimerkiksi tarkkaavuutta ja sosiaalista kognitiota arvioivia tehtäviä oli kutakin mukana vain yksi. Ei voida siis varmuudella sanoa, että kognitiivisten toimintojen rakenteen osa-alueita olisi tyypillisesti kehittyvillä leikki-ikäisillä tässä tutkimuksessa havaitut kolme, vaan erilaisella muuttujakokoelmalla ja/tai suuremmalla otoskoolla latentteja tekijöitä voisi löytyä enemmänkin, ja erot ja samankaltaisuudet kielihäiriöryhmän kanssa näyttäytyä eri tavoin. Käytännössä leikki-ikäisten kanssa tehtävien määrä on kuitenkin rajallinen (tehtävämäärää kasvattaessa väsymisen mahdollisuus kasvaa), ja tässä tutkimuksessa niitä oli käytössä suhteellisen paljon. Tarkempien tulosten saamiseksi olisi tarkennettava tutkimuskysymystä ja keskityttävä kerrallaan yhden osa-alueen rakentumiseen.

Etenkin leikki-ikässä myös muut tekijät kuin ne, mitä tehtävillä on tarkoitus arvioida, vaikuttavat suoriutumiseen, mikä tulee huomioida arvioitaessa käytettyjen tehtävien kykyä mitata tarkoitettua toimintoa. Esimerkiksi neurokognitiivisia perustoimintoja ei välttämättä voida tutkia selkeästi yksittäisillä tehtävillä, sillä kuhunkin tehtävään vaikuttavat varsinaisen mitatun perustoiminnon lisäksi myös muut toiminnot (Anderson & Reidy, 2012; Korkman, 2008b). Esimerkiksi kielellisten taitojen (tehtävänantojen ohjeiden ymmärtäminen, sisäisen puheen käyttö strategiana) ja tarkkaavuuden ylläpitämisen vaikutusta on mahdotonta erottaa täysin muusta suoriutumisesta,

sillä ne vaikuttavat useimmissa tehtävissä. Leikki-ikäisten suoriutumiseen kognitiivisissa tehtävissä vaikuttavat myös muut tekijät, kuten häiriöherkkyys, lyhyempi tarkkaavuuden ylläpito ja arkuus (Vacc & Ritter, 1995).

TD-ryhmän ikä oli keskimäärin noin 6 kuukautta korkeampi kuin DLD-ryhmässä. Ryhmien iän keskiarvot poikkesivat toisistaan tutkimusteknisistä syistä. Ikäero voi vaikuttaa tämän tutkimuksen tuloksiin: parhaiten erottelevat tehtävät vaihtelevat ikäryhmästä toiseen (Gardner & Clark, 1992). Ikä voi myös vaikuttaa kognitiivisten toimintojen rakentumiseen esimerkiksi toimintojen eriytymisen muodossa (eriytymishypoteesi; esim. Hülür ym., 2011; Li ym., 2004). Toisaalta eriytymishypoteesia ei ole vahvistettu; näyttöä on myös sitä vastaan (esim. Brito ym., 2011; Martins ym., 2017). Ryhmien välinen ikäero ei näyttäytynyt tämän tutkimuksen tuloksissa eriytymishypoteesin mukaisella tavalla, vaan nuoremmalla ikäryhmällä toimintoja eriytyi enemmän. Tämä viittaa ainakin siihen, että leikki-iässä erot kielellisten taitojen kehityksessä ovat kognitiivisten toimintojen rakenteen kannalta merkittävämpi tekijä kuin kuukausien ikäero. Tässä tutkimuksessa edettiin oletuksella, ettei puolen vuoden ikäero vaikuta analyysien tuloksiin merkittävästi. Tulevaisuuden tutkimuksissa ikä tulisi kuitenkin kontrolloida tarkemmin, jotta voidaan varmistua, ettei kognitiivisten toimintojen rakenteen ero TD- ja DLD-ryhmän välillä liity ikään.

Tässä tutkimuksessa ei voida ottaa kantaa esimerkiksi toimintojen eriytymiseen iän myötä tai siihen, onko kehitykselliseen kielihäiriöön liittyvät erot kognitiivisen toimintojen rakenteessa kehityksen viiveisyydestä, laadullisesta poikkeavuudesta vai jostakin muusta johtuvaa. Näihin kysymyksiin vastaamiseen tarvitaan tutkimuksia, joissa on käytössä pitkittäisasetelma.

4.4 Johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa leikki-ikäisten kognitiiviset toiminnot rakentuivat WPPSI-III-menetelmän rakenteen tavoin (kielelliset taidot, ei-kielelliset taidot, prosessointinopeus; Wechsler, 2009), ja havaittu rakenne sopii osittain myös CHC-teoriaan (Gf–joustava päättely, Gc–kiteytynyt tieto, Gs–kognitiivinen prosessointinopeus). Kognitiiviset toiminnot ovat leikki-iässä toisiinsa vahvasti yhteydessä, mutta yleinen kykytekijä ei kokonaan riitä selittämään vaihtelua. Leikki-ikäisten kognitiiviset toiminnot ovat todennäköisesti rakentuneet eri tavoin kuin aikuisten. Vielä ei tiedetä, miten kognitiivisten toimintojen kehitys vaikuttaa niiden rakentumiseen: tämän selvittämiseksi tarvitaan pitkittäistutkimusta, joka kattaa erilaisia ikäryhmiä. Kehityksellisen kielihäiriön

arvellaan olevan laajempi kuin kielellisten taitojen kehityksen ongelma. Kognitiivisten toimintojen rakenne näyttäytyy tyypillisesti kehittyviin leikki-ikäisiin verrattuna erilaisena: kielelliset taidot eriytyvät osataidoiksi, ja prosessointinopeus ei näyttäydy muista ei-kielellisistä taidoista erillisenä. Kielellisten taitojen eriytyminen liittyy todennäköisesti siihen, että kielihäiriöisten leikki-ikäisten suoriutuminen erilaisista kielellisistä tehtävistä on tyypillisesti kehittyviä epätasaisempaa, ja erot suoriutumisessa tehtävätyyppien välillä ovat suurempia. Prosessointinopeuden tai hienomotoristen taitojen merkitys saattaa olla kielihäiriöisillä suurempi ei-kielellisiä tehtäviä suoritettaessa. Prosessointinopeutta onkin aiemmin ehdotettu erääksi kieltä laajemmaksi mekanismiksi kielihäiriön taustalla (Leonard ym., 2007), ja hienomotoriikka puolestaan on eräs kielihäiriöön usein liittyvistä ei-kielellisistä haasteista (Sanjeevan ym., 2015). Tämä tutkimus antaa viitteitä siitä, että kognitiivisten toimintojen suhteet ovat erilaisia kielihäiriössä verrattuna tyypillisesti kehittyviin leikki-ikäisiin, ja kognitiivisten toimintojen arviointimenetelmät vaativat erilaisia kognitiivisia osataitoja näissä populaatioissa. Tulosten vahvistamiseksi tarvitaan tulevaisuudessa konfirmatorista tutkimusta.

LÄHTEET

- Aguinis, H., Gottfredson, R. K., & Joo, H. (2013). Best-practice recommendations for defining, identifying, and handling outliers. *Organizational Research Methods*, 16(2), s. 270–301.
- Ahonen, T., Tuovinen, S. & Leppäsaari, T. (1999). Nopean sarjallisen nimeämisen testi. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti ja Haukkarannan koulu.
- Anderson, P. J., & Reidy, N. (2012). Assessing Executive Function in Preschoolers. *Neuropsychology Review*, 22(4), s. 345–360.
- Alfonso, V. C., Flanagan, D. P., & Radwan, S. (2005). The impact of the Cattell–Horn–Carroll theory on test development and interpretation of cognitive and academic abilities. Teoksessa Flanagan, D. P. (toim.) *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (2. painos; s. 185–202). New York: The Guilford Press.
- Archibald, L. M. (2017). Working memory and language learning: A review. *Child Language Teaching and Therapy*, 33(1), s. 5–17.
- Arkkila, E. (2009). Specific language impairment in pre-adolescence, adolescence, and adulthood with special emphasis on health-related quality of life. (Väitöskirjatutkielma, Helsingin yliopisto, Helsinki).
- Baddeley, A., Gathercole, S., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105(1), s. 158–173.
- Badcock, N. A., Bishop, D. V., Hardiman, M. J., Barry, J. G., & Watkins, K. E. (2012). Co-localisation of abnormal brain structure and function in specific language impairment. *Brain and language*, 120(3), s. 310–320.
- Baillargeon, R., & Carey, S. (2012). Core cognition and beyond: The acquisition of physical and numerical knowledge. Teoksessa Pauen, S. (toim.) *Early childhood development and later outcome* (s. 33–65). Cambridge: Cambridge University Press.
- Baird, G., & Norbury, C. F. (2016). Social (pragmatic) communication disorders and autism spectrum disorder. *Archives of Disease in Childhood*, 101(8), s. 745–751.
- Barron-Linnankoski, S., Reinval, O., Lahervuori, A., Voutilainen, A., Lahti-Nuuttila, P., & Korkman, M. (2015). Neurocognitive performance of children with higher functioning autism spectrum disorders on the NEPSY-II. *Child Neuropsychology*, 21(1), s. 55–77.
- Bartholomew, D. J., Deary, I. J., & Lawn, M. (2009). A new lease of life for Thomson’s bonds model of intelligence. *Psychological Review*, 116(3), s. 567–579.
- Bishop, D. V. (2006). What causes specific language impairment in children? *Current directions in psychological science*, 15(5), s. 217–221.
- Bishop, D. V. M. (2007). How does the brain learn language? Insights from the study of children with and without language impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42(2), s. 133–142.
- Bishop, D. V. M. (2013). Cerebral asymmetry and language development: cause, correlate, or consequence? *Science*, 340(6138).
- Bishop, D. V. M., Snowling, M. J., Thompson, P. A., & Greenhalgh, T. (2017). Phase 2 of CATALISE: a multinational and multidisciplinary Delphi consensus study of problems with language development: Terminology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(10), s. 1068–1080.

- Brito, L., Almeida, L. S., Ferreira, A. I., & Guisande, M. A. (2011). Contribución de los procesos y contenidos a la diferenciación cognitiva en la infancia: un estudio con escolares portugueses. *Infancia y Aprendizaje*, 34(3), s. 323–336.
- Brown, T. T., & Jernigan, T. L. (2012). Brain development during the preschool years. *Neuropsychology review*, 22(4), s. 313–333.
- Carroll, J. B. (1993). Human cognitive abilities: A survey of factor–analytic studies. Cambridge University Press.
- Casey, B. J., Giedd, J. N., & Thomas, K. M. (2000). Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. *Biological psychology*, 54(1–3), s. 241–257.
- Casey, B. J., Tottenham, N., Liston, C., & Durston, S. (2005). Imaging the developing brain: what have we learned about cognitive development? *Trends in cognitive sciences*, 9(3), s. 104–110.
- Cattell, R. B. (1943). The description of personality: Basic traits resolved into clusters. *The journal of abnormal and social psychology*, 38(4), s. 476.
- Catts, H. W., Adlof, S. M., Hogan, T. P., & Weismer, S. E. (2005). Are specific language impairment and dyslexia distinct disorders? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 48(6), s. 1378–1396.
- Chang, M., Paulson, S. E., Finch, W. H., McIntosh, D. E., & Rothlisberg, B. A. (2014). Joint confirmatory factor analysis of the Woodcock-Johnson tests of cognitive abilities, and the Stanford-Binet intelligence scales, with a preschool population. *Psychology in the Schools*, 51(1), s. 32–57.
- Christ, S. E., White, D. A., Mandernach, T., & Keys, B. A. (2001). Inhibitory Control Across the Life Span. *Developmental Neuropsychology*, 20(3), s. 653–669.
- Clahsen, H. (1989). The grammatical characterization of developmental dysphasia. *Linguistics*, 27(5), s. 897–920.
- Costello, A. B. & Osborne, J. W., (2005). Best Practices in Exploratory Factor Analysis: Four Recommendations for Getting the Most From Your Analysis. *Practical Assessment Research & Evaluation*, 10(7).
- De Fossé, L., Hodge, S. M., Makris, N., Kennedy, D. N., Caviness, V. S., McGrath, L., ... Harris, G. J. (2004). Language–association cortex asymmetry in autism and specific language impairment. *Annals of Neurology*, 56(6), s. 757–766.
- Deary, I. J. (2002). *g* and cognitive elements of information processing: An agnostic view. Teoksessa Sternberg R. & Grikorenko E. (toim.) *The general factor of intelligence: How General Is It?* (s. 163–194). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Deriziotis, P., & Fisher, S. E. (2017). Speech and language: Translating the genome. *Trends in Genetics*, 33(9), s. 642–656.
- Ebert, K. D., & Kohnert, K. (2011). Sustained attention in children with primary language impairment: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 54(5), s. 1372–1384.
- Engel de Abreu, P. M. J., Gathercole, S. E., & Martin, R. (2011). Disentangling the relationship between working memory and language: The roles of short-term storage and cognitive control. *Learning and Individual Differences*, 21(5), s. 569–574.
- Fischer, K. W., & Rose, S. P. (1994). Dynamic development of coordination of components in brain and behavior: A framework for theory and research. Teoksessa Dawson G. & Fischer K. W. (toim.) *Human Behavior and the Developing Brain* (s. 3–66). New York: The Guilford Press.

- Gallinat, E., & Spaulding, T. J. (2014). Differences in the Performance of Children With Specific Language Impairment and Their Typically Developing Peers on Nonverbal Cognitive Tests: A Meta-Analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(4), s. 1363.
- Gardner, M. K., & Clark, E. (1992). The psychometric perspective on intellectual development in childhood and adolescence. Teoksessa Sternberg, R. J & Berg C. A. (toim.), *Intellectual development* (s. 16–43). New York: Cambridge University Press.
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), s. 31–60.
- Geary, D. C., & Björklund, D. F. (2000). Evolutionary Developmental Psychology. *Child Development*, 71(1), s. 57–65.
- Gerbing, D.W., & Anderson, J.C. (1984). On the meaning of within-factor correlated measurement errors”, *Journal of Consumer Research*, 11. s. 572– 580.
- Heikkilä, R., Närhi, V., Aro, M., & Ahonen, T. (2009). Rapid Automatized Naming and Learning Disabilities: Does RAN Have a Specific Connection to Reading or Not? *Child Neuropsychology*, 15(4), s. 343–358.
- Hermida, R. (2015). The problem of allowing correlated errors in structural equation modeling: concerns and considerations. *Computational Methods in Social Sciences (CMSS)*, 3(1), s. 5–17.
- Higgins, M. C., Penney, S. B., & Robertson, E. K. (2017). The effects of phonological short-term memory and speech perception on spoken sentence comprehension in children: Simulating deficits in an experimental design. *Journal of psycholinguistic research*, 46(5), s. 1213–1235.
- Hox, J. J., & Bechger, T. M. (1998). An introduction to structural equation modeling. *Family Science Review*, 11, s. 354–373.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), s. 1–55.
- Hülür, G., Wilhelm, O., & Robitzsch, A. (2011). Intelligence differentiation in early childhood. *Journal of Individual Differences*. 32, s. 170–179
- Jarratt, K. P. (2005). The CAS and NEPSY as measures of cognitive processes: examining the underlying constructs. (Väitöskirjatutkielma, Texas A&M University, Texas).
- Johnson, M. H. (2011). Interactive Specialization: A domain-general framework for human functional brain development? *Developmental Cognitive Neuroscience*, 1(1), s. 7–21.
- Jorgensen, T. D., Pornprasertmanit, S., Schoemann, A. M., & Rosseel, Y. (2018). semTools: Useful tools for structural equation modeling. R package version 0.5–0.
- Juan-Espinosa, M., Cuevas, L., Escorial, S., & García, L. F. (2006). Testing the indifferntiation hypothesis during childhood, adolescence, and adulthood. *The Journal of genetic psychology*, 167(1), s. 5–15.
- Kail, R., & Salthouse, T. A. (1994). Processing speed as a mental capacity. *Acta Psychologica*, 86(2–3), s. 199–225.
- Kaiser, H. F. (1970). A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35(4), s. 401–415.
- Kane, H. D., & Brand, C. R. (2006). The Variable Importance of General Intelligence (g) in the Cognitive Abilities of Children and Adolescents. *Educational Psychology*, 26(6), s. 751–767.

- Kapa, L. L., & Plante, E. (2015). Executive Function in SLI: Recent Advances and Future Directions. *Current Developmental Disorders Reports*, 2(3), s. 245–252.
- Karmiloff-Smith, A. (2013). Challenging the use of adult neuropsychological models for explaining neurodevelopmental disorders: Developed versus developing brains. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(1), s. 1–14.
- Karmiloff-Smith, A. (2015). An Alternative to Domain-general or Domain-specific Frameworks for Theorizing about Human Evolution and Ontogenesis. *AIMS Neuroscience*, 2(2), s. 91–104.
- Kervinen, S. (2015). Exploration of the Internal Structure of the NEPSY-II. (Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto, Helsinki).
- Klem, M., Melby-Lervåg, M., Hagtvet, B., Lyster, S.-A. H., Gustafsson, J.-E., & Hulme, C. (2015). Sentence repetition is a measure of children's language skills rather than working memory limitations. *Developmental Science*, 18(1), s. 146–154.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. L. (2008a). NEPSY-II. Käsikirja I. Testin esitys- ja pisteytysohjeet. Helsinki: Psykologien Kustannus.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. L. (2008b). NEPSY-II Käsikirja II. Kehittely, käyttö ja psykometriset tiedot. Helsinki: Psykologien Kustannus.
- Kuuskorpi, T. (2012). Psykologisten testien käyttö Suomessa. (Väitöskirjatutkielma, Turun yliopisto, Turku).
- Laasonen, M., Smolander, S., Lahti-Nuutila, P., Leminen, M., Lajunen, H. R., Heinonen, K., ... & Leppänen, P. H. (2018). Understanding developmental language disorder—the Helsinki longitudinal SLI study (HelSLI): a study protocol. *BMC psychology*, 6(1), s. 24.
- Lee, J. C., Müller, K. L., & Tomblin, J. B. (2016). Examining procedural learning and corticostriatal pathways for individual differences in language: testing endophenotypes of *DRD2/ANKK1*. *Language, Cognition and Neuroscience*, 31(9), s. 1098–1114.
- Leonard, L. B., Weismer, S. E., Miller, C. A., Francis, D. J., Tomblin, J. B., & Kail, R. V. (2007). Speed of Processing, Working Memory, and Language Impairment in Children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(2), s. 408.
- Li, N., & Bartlett, C. W. (2012). Defining the genetic architecture of human developmental language impairment. *Life sciences*, 90(13–14), s. 469–475.
- Li, S.-C., Lindenberger, U., Hommel, B., Aschersleben, G., Prinz, W., & Baltes, P. B. (2004). Transformations in the Couplings Among Intellectual Abilities and Constituent Cognitive Processes Across the Life Span. *Psychological Science*, 15(3), s. 155–163.
- Lidstone, J. S. M., Meins, E., & Fernyhough, C. (2012). Verbal mediation of cognition in children with specific language impairment. *Development and Psychopathology*, 24(02), s. 651–660.
- Livingston, L. A., & Happé, F. (2017). Conceptualising compensation in neurodevelopmental disorders: Reflections from autism spectrum disorder. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 80, s. 729–742.
- Lum, J. A. G., Conti-Ramsden, G., Morgan, A. T., & Ullman, M. T. (2014). Procedural learning deficits in specific language impairment (SLI): A meta-analysis of serial reaction time task performance. *Cortex*, 51(1), s. 1–10.
- Luria, A. R. (1973). The frontal lobes and the regulation of behavior. Teoksessa Pribam K. H. & Luria A. R. (toim.). *Psychophysiology of the frontal lobes* (s. 3–26). New York: Academic Press.

- MacCallum, R. C., Widaman, K. F., Zhang, S. & Hong, S. (1999). Sample size in factor analysis. *Psychological methods*, 4(1), s. 84
- Marsh, H. W., Morin, A. J., Parker, P. D., & Kaur, G. (2014). Exploratory structural equation modeling: An integration of the best features of exploratory and confirmatory factor analysis. *Annual review of clinical psychology*, 10, s. 85–110.
- Martins, A. A., Alves, A. F., & Almeida, L. S. (2016). The factorial structure of cognitive abilities in childhood. *European Journal of Education and Psychology*, 9(1), s. 38–45.
- Martins, A. A., Soares, D. L., Brito, L., Lemos, G. C., Alves, A. F., & Almeida, L. D. S. (2017). Cognitive differentiation during childhood: A study on cognitive profiles of 5, 7, and 9-year-old children. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, 34(1), s. 87–95.
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., Connor, C. M., Farris, C. L., Jewkes, A. M., & Morrison, F. J. (2007). Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills. *Developmental Psychology*, 43(4), s. 947–959.
- McGrew, K. S. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*, 37(1), s. 1–10
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), s. 49–100.
- Mishkin, M., Malamut, B., & Bachevalier, J. (1984). Memories and habits: Two neural systems. *Neurobiology of learning and memory*, s. 65–77.
- Molenaar, D., Dolan, C. V., Wicherts, J. M., & van der Maas, H. L. (2010). Modeling differentiation of cognitive abilities within the higher-order factor model using moderated factor analysis. *Intelligence*, 38(6), s. 611–624.
- Montgomery, J. W., Magimairaj, B. M., & Finney, M. C. (2010). Working Memory and Specific Language Impairment: An Update on the Relation and Perspectives on Assessment and Treatment. *American Journal of Speech–Language Pathology*, 19(1), s. 78.
- Morgan, K. E., Rothlisberg, B. A., McIntosh, D. E., & Hunt, M. S. (2009). Confirmatory factor analysis of KABC–II in preschool children. *Psychology in the Schools*, 46(6).
- Mungas, D., Widaman, K., Zelazo, P. D., Tulsky, D., Heaton, R. K., Slotkin, J., ... & Gershon, R. C. (2013). VII. NIH Toolbox Cognition Battery (CB): Factor structure for 3 to 15 year olds. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 78(4), s. 103–118.
- Müller, K. L., & Tomblin, J. B. (2012). Examining the comorbidity of language disorders and ADHD. *Topics in Language Disorders*, 32(3), s. 228–246.
- Newbury, D. F., & Monaco, A. P. (2010). Genetic advances in the study of speech and language disorders. *Neuron*, 68(2), s. 309–320.
- Norbury, C. F., Gooch, D., Wray, C., Baird, G., Charman, T., Simonoff, E., ... Pickles, A. (2016). The impact of nonverbal ability on prevalence and clinical presentation of language disorder: evidence from a population study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 57(11), s. 1247–1257.
- Ottem, E. (2003). Confirmatory factor analysis of the WPPSI for language-impaired children. *Scandinavian journal of psychology*, 44(5), s. 433–439.

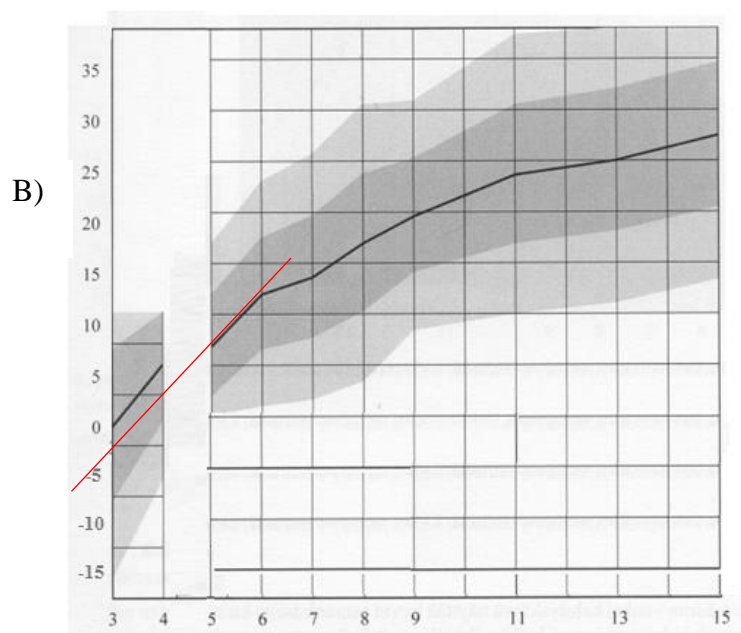
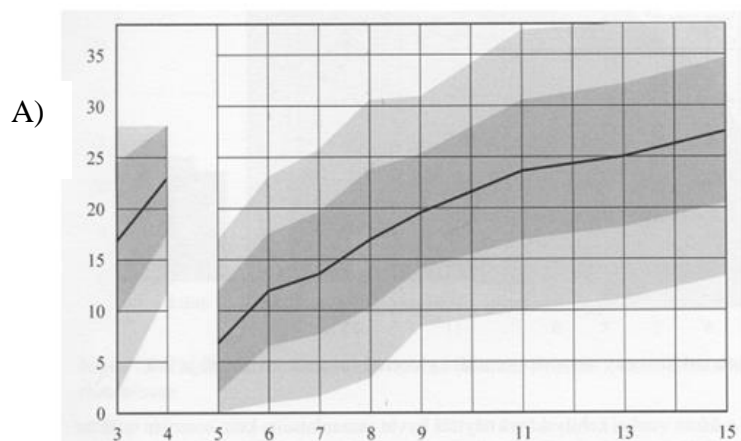
- Park, J., Miller, C. A., & Mainela-Arnold, E. (2015). Processing Speed Measures as Clinical Markers for Children With Language Impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58(3), s. 954–960.
- Pauls, L. J., & Archibald, L. M. D. (2016). Executive Functions in Children With Specific Language Impairment: A Meta-Analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59(5), s. 1074.
- Pennington, B. F. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition*, 101(2), s. 385–413.
- Pennington, B. F. (2008). Diagnosing learning disorders: A neuropsychological framework. New York: Guilford Press.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Raiche, G. (2010). nFactors: an R package for parallel analysis and non graphical solutions to the Cattell scree test. R package version 2.3.3.
- Ramus, F., Marshall, C. R., Rosen, S., & van der Lely, H. K. (2013). Phonological deficits in specific language impairment and developmental dyslexia: towards a multidimensional model. *Brain*, 136(2), s. 630–645.
- Reader, R. H., Covill, L. E., Nudel, R., & Newbury, D. F. (2014). Genome-Wide Studies of Specific Language Impairment. *Current Behavioral Neuroscience Reports*, 1(4), s. 242–250.
- Revelle, W. (2018) psych: Procedures for Personality and Psychological Research, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA.
- Riggs, N. R., Jahromi, L. B., Razza, R. P., Dillworth-Bart, J. E., & Müller, U. (2006). Executive function and the promotion of social-emotional competence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 27(4), s. 300–309.
- Rietveld, M. J. H., Dolan, C. V., Van Baal, G. C. M., & Boomsma, D. I. (2003). A twin study of differentiation of cognitive abilities in childhood. *Behavior genetics*, 33(4), s. 367–381.
- Rizeq, J., Flora, D. B., & Toplak, M. E. (2017). Changing relations among cognitive abilities across development: implications for measurement and research. *The Clinical Neuropsychologist*, 31(8), s. 1353–1374.
- Rose, S. A., Feldman, J. F., & Jankowski, J. J. (2011). Modeling a cascade of effects: the role of speed and executive functioning in preterm/full-term differences in academic achievement. *Developmental Science*, 14(5), s. 1161–1175.
- Rosenqvist, J., Lahti-Nuuttila, P., Laasonen, M., & Korkman, M. (2014). Preschoolers' recognition of emotional expressions: Relationships with other neurocognitive capacities. *Child Neuropsychology*, 20(3), s. 281–302.
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), s. 1–36.
- Sanjeevan, T., Rosenbaum, D. A., Miller, C., van Hell, J. G., Weiss, D. J., & Mainela-Arnold, E. (2015). Motor issues in specific language impairment: A window into the underlying impairment. *Current Developmental Disorders Reports*, 2(3), s. 228–236.
- Sattler, J. M. (2001). Assessment of Children: Cognitive Foundations (4. painos). Kalifornia: Jerome M. Sattler, Publisher's Inc.

- Schreiber, J. B., Nora, A., Stage, F. K., Barlow, E. A., & King, J. (2006). Reporting Structural Equation Modeling and Confirmatory Factor Analysis Results: A Review. *The Journal of Educational Research*, 99(6), s. 323–338.
- Spearman, C. (1904). "General Intelligence," objectively determined and measured. *The American Journal of Psychology*, 15(2), s. 201–292.
- Stinnett, T. A., Oehler–Stinnett, J., Fuqua, D. R., & Palmer, L. S. (2002). Examination of the underlying structure of the NEPSY: A developmental neuropsychological assessment. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 20(1), s. 66–82.
- Squire, L. R. (1992). Memory and the hippocampus: a synthesis from findings with rats, monkeys, and humans. *Psychological review*, 99(2), s. 195.
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2007). *Using multivariate statistics* (Vol. 5). Boston, MA: Pearson.
- Thatcher, K. L. (2010). The development of phonological awareness with specific language-impaired and typical children. *Psychology in the Schools*, 47(5), s. 467–480.
- Tomblin, J. B., Records, N. L., Buckwalter, P., Zhang, X., Smith, E., & O'Brien, M. (1997). Prevalence of specific language impairment in kindergarten children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40(6), s. 1245–1260.
- Tsujimoto, S. (2008). The Prefrontal Cortex: Functional Neural Development During Early Childhood. *The Neuroscientist*, 14(4), s. 345–358.
- Tusing, M. E., & Ford, L. (2004). Examining preschool cognitive abilities using a CHC framework. *International Journal of Testing*, 4(2), s. 91–114.
- Ullman, M. T., & Pierpont, E. I. (2005). Specific language impairment is not specific to language: The procedural deficit hypothesis. *Cortex*, 41(3), s. 399–433.
- Ullman, M. T. & Pullman, M. Y. (2015). A compensatory role for declarative memory in neurodevelopmental disorders. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 51, s. 205–222.
- Van Der Maas, H. L. J., Dolan, C. V., Grasman, R. P. P. P., Wicherts, J. M., Huizenga, H. M., & Raijmakers, M. E. J. (2006). A dynamical model of general intelligence: The positive manifold of intelligence by mutualism. *Psychological Review*, 113(4), s. 842–861.
- Ward, K. E., Rothlisberg, B. A., McIntosh, D. E., & Bradley, M. H. (2011). Assessing the SB–V factor structure in a sample of preschool children. *Psychology in the Schools*, 48(5), s. 454–463.
- Westermann, G., Mareschal, D., Johnson, M. H., Sirois, S., Spratling, M. W., & Thomas, M. S. C. (2007). Neuroconstructivism. *Developmental Science*, 10(1), s. 75–83.
- Vissers, C., & Koolen, S. (2016). Theory of mind deficits and social emotional functioning in preschoolers with specific language impairment. *Frontiers in psychology*, 7, s. 1734.
- Vugs, B., Cuperus, J., Hendriks, M., & Verhoeven, L. (2013). Visuospatial working memory in specific language impairment: A meta-analysis. *Research in developmental disabilities*, 34(9), s. 2586–2597.
- Wechsler, D. (2009). WPPSI–III: Wechslerin älykkyystestistö esikouluikäisille. Kolmas laitos, käsikirja. Helsinki: Psykologien kustannus.
- Wechsler, D. (2012). Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence—fourth edition technical manual and interpretive manual. San Antonio: Psychological Corporation.

LIITTEET

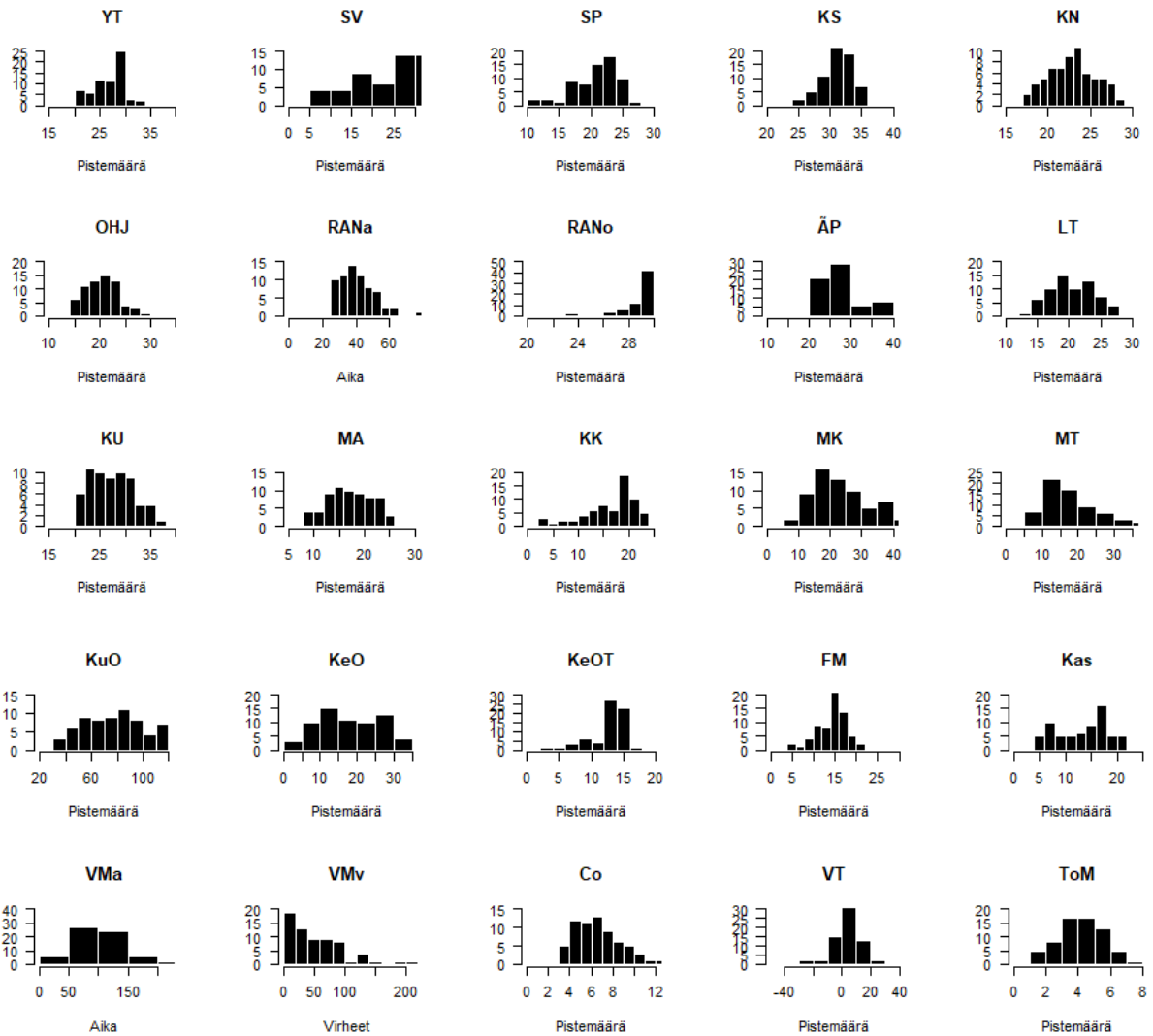
Liite 1. Interpolointi

Tehtävissä Visuaalinen tarkkaavuus, Kertomuksen oppiminen sekä Kertomuksen tunnistaminen 4-vuotiaiden saamat raakapistemäärät interpoloitiin samalle skaalalle 5-7-vuotiaiden raakapistemäärien kanssa. Interpoloinnissa käytettiin regressiota, jossa ennustajina toimivat ikä sekä tehtävän standardoitu pistemäärä (joko persentiileinä tai standardipisteinä).

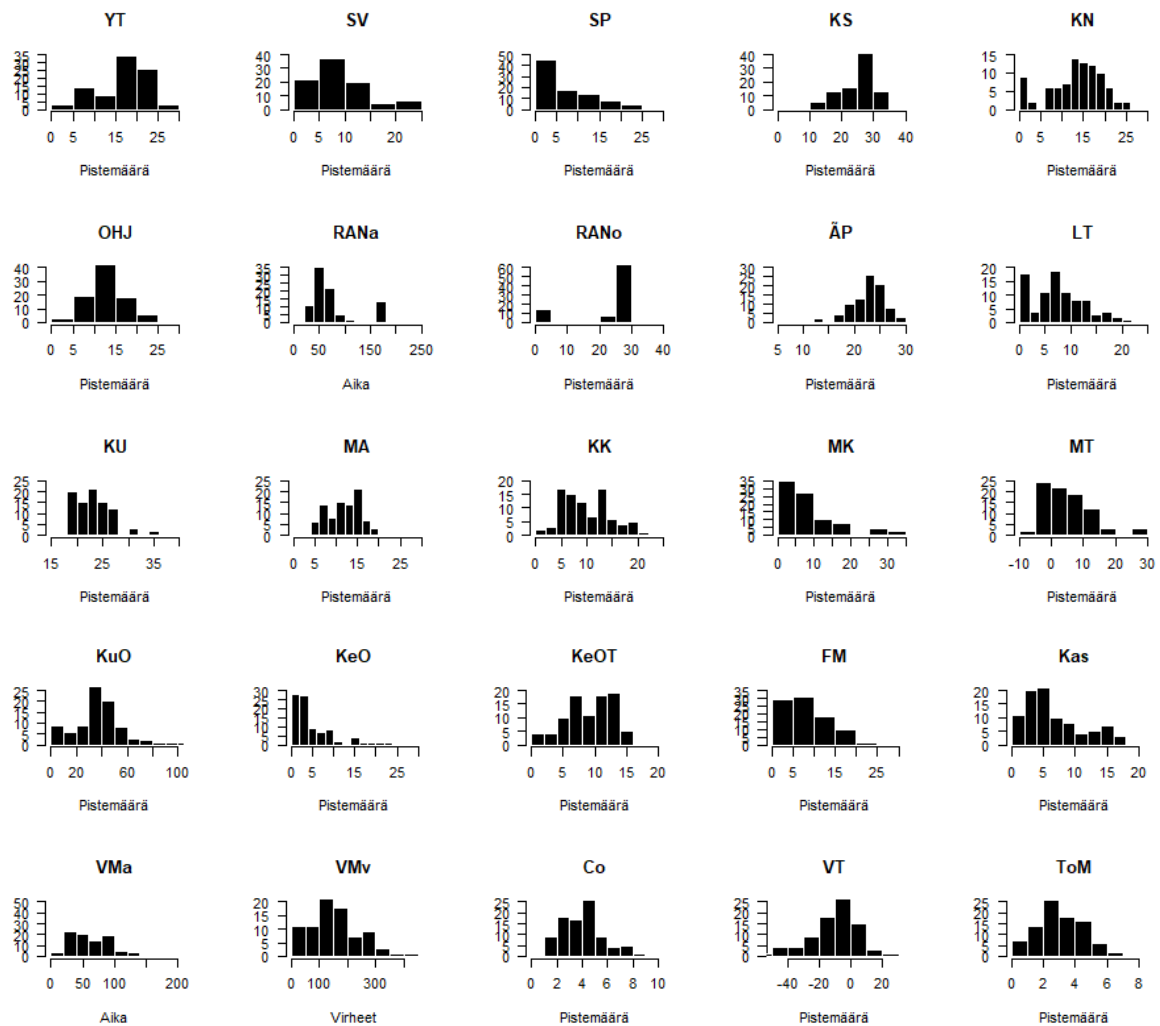


Kuvassa A havainnollistettuna ikä x-akselilla ja tehtävän raakapisteet y-akselilla, Kuvassa B puolestaan x-akselilla on ikä ja y-akselilla on 5-7-vuotiaiden tehtävän raakapisteet sekä 4-vuotiaiden kohdalla interpoloidut raakapisteet. Viiva havainnollistaa kunkin ikäryhmän keskiarvoa, tummanharmaa alue \pm yhtä keskihajontaa ja vaaleanharmaa alue \pm kahta keskihajontaa keskiarvosta. Kuva A Nepsy-II-käsikirjasta 2 sivulta 95 (Visuaalinen tarkkaavuus -tehtävän summamuuttuja-analyysi), kuva B muokattu samasta kuvasta (Korkman, 2008b).

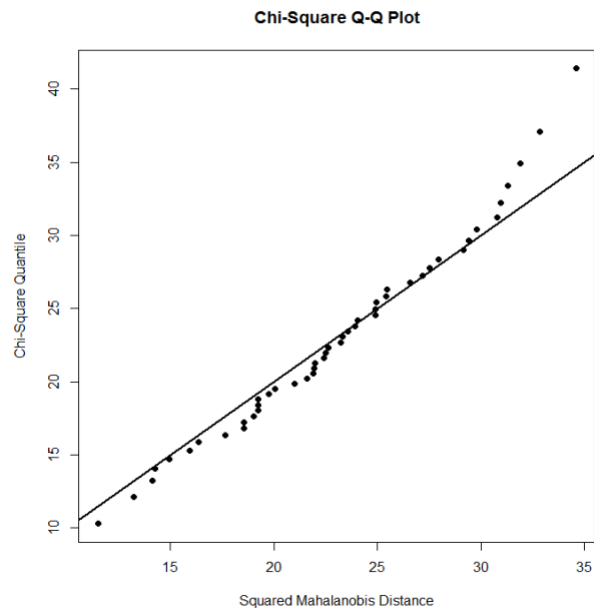
Liite 2. Tehtävien jakaumat



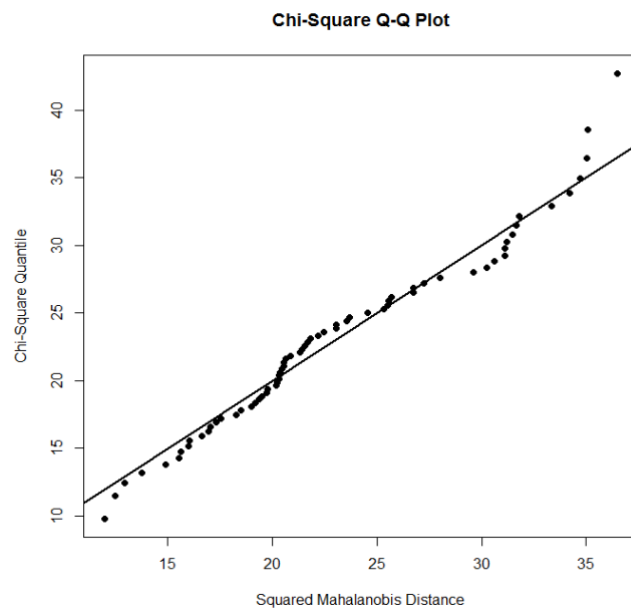
Liite 2a. TD-ryhmä, tehtävien jakaumat



Liite 2b. DLD-ryhmä, tehtävien jakaumat



Liite 2c. TD-ryhmä, kvantiili-kvantiili –kuvaaja



Liite 2d. DLD-ryhmä, kvantiili-kvantiili –kuvaaja

Liite 3. Vinorotatoidut eksploraatiiviset faktoriratkaisut TD-ryhmässä

Liite 3a. Vinorotatoitu eksploraatiivinen yhden faktorin ratkaisu tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä. Muuttujien faktorilataukset, kommunaliteetit (h^2), virhe-estimaatit (u^2) sekä kompleksisuusarvot (com), faktorien latausten neliösummat ja selitysasteet sekä faktorien väliset korrelaatiot.

	F1	h^2	u^2	com
Tehtävä				
Yleistietous	.74	.54	.46	1
Lauseiden toistaminen	.72	.52	.48	1
Merkkikoe	.71	.51	.49	1
Kuutiotehtävä	.70	.49	.51	1
Äänteiden prosessointi	.70	.49	.51	1
Kopiointitehtävä	.70	.49	.51	1
Merkintunnistus	.70	.49	.51	1
Forward Memory	.66	.43	.57	1
Ohjeiden ymmärtäminen	.62	.39	.61	1
Sanavarasto	.62	.39	.61	1
Kuvasanavarasto	.62	.38	.62	1
Matriisipäätely	.60	.36	.64	1
Sanapäätely	.57	.33	.67	1
Kuvioiden oppiminen	.57	.33	.67	1
Kuvakäsitteet	.55	.30	.70	1
Käsien asentojen jäljittely	.53	.28	.72	1
Mielen teoria	.52	.27	.73	1
Kertomuksen tunnistaminen	.51	.26	.74	1
Kuvien nimeäminen	.50	.25	.75	1
Nopea nimeäminen – aika	-.45	.20	.80	1
Kertomuksen oppiminen	.38	.14	.86	1
Visuaalinen tarkkaavuus		< .01	> .99	1
Latausten neliösumma	7.86			
Kokonaisselitysaste	.36			

Liite 3b. Vinorotatoitu eksploratiivinen neljän faktorin ratkaisu tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä. Muuttujien faktorilataukset, kommunaliteetit (h^2), virhe-estimaatit (u^2) sekä kompleksisuusarvot (com), faktorien latausten neliösummat ja selitysasteet sekä faktorien väliset korrelaatiot.

	F1	F2	F3	F4	h^2	u^2	com
Tehtävä							
Sanapäättely	.86				.69	.31	1.1
Yleistietous	.72				.71	.29	1.2
Sanavarasto	.58				.47	.53	1.1
Lauseiden toistaminen	.56				.58	.42	1.4
Kuvien nimeäminen	.51				.39	.61	1.7
Kertomuksen oppiminen	.49				.32	.68	1.9
Kuvasanavarasto	.46	.38			.48	.52	2.2
Kertomuksen tunnistaminen	.30				.29	.71	2.2
Ohjeiden ymmärtäminen					.39	.61	3.1
Matriisipäättely		.66			.51	.49	1.1
Kopiointitehtävä		.60			.61	.39	1.3
Kuvioiden oppiminen		.52	.30		.50	.50	1.9
Kuutiotehtävä		.43			.55	.45	2.2
Äänteiden prosessointi		.38			.50	.50	2.5
Mielen teoria		.37			.31	.69	2.3
Merkkikoe			.99		>.99	<.01	1.0
Merkintunnistus			.50		.55	.45	1.5
Visuaalinen tarkkaavuus			-.38		.12	.88	2.1
Käsien asentojen jäljittely			.32		.35	.65	2.4
Forward Memory				.95	>.99	<.01	1.0
Kuvakäsitteet	.32			.37	.39	.61	2.8
Nopea nimeäminen - aika					.22	.78	3.0
Latausten neliösumma	3.72	2.9	2.36	1.93			
Selitysaste	.17	.13	.11	.09			
Osuus kokonaisselitysasteesta (.50)	34 %	27 %	22 %	18 %			
Faktorien väliset korrelaatiot							
F1	-	.44	.42	.30			
F2	.44	-	.48	.43			
F3	.42	.48	-	.44			
F4	.30	.43	.44	-			

Liite 3c. Vinorotatoitu eksploratiivinen viiden faktorin ratkaisu tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä.

Muuttujien faktorilataukset, kommunaliteetit (h^2), virhe-estimaatit (u^2) sekä kompleksisuusarvot (com), faktorien latausten neliösummat ja selitysasteet sekä faktorien väliset korrelaatiot.

	F1	F2	F3	F4	F5	h^2	u^2	com
Tehtävä								
Sanapäättely	.74					.67	.33	1.3
Yleistietous	.61					.69	.31	1.4
Lauseiden toistaminen	.61					.67	.33	4.7
Kuvien nimeäminen	.45	.33				.39	.61	2.0
Kertomuksen oppiminen	.35			-.31		.34	.66	3.4
Ohjeiden ymmärtäminen						.40	.60	3.3
Matriisipäättely		.74				.57	.43	1.1
Kopiointitehtävä		.57				.60	.40	1.4
Kuvioiden oppiminen		.48				.56	.44	2.9
Kuutiotehtävä		.46				.56	.44	2.0
Äänteiden prosessointi		.4				.51	.49	2.4
Kuvasanavarasto	.32	.38				.48	.52	3.1
Mielen teoria		.36				.30	.70	2.4
Kertomuksen tunnistaminen						.29	.71	3.1
Merkkikoe			.99			>.99	<.01	1.0
Merkintunnistus			.50			.55	.45	1.5
Visuaalinen tarkkaavuus			-.39		.33	.18	.82	2.3
Forward Memory				.96		>.99	<.01	1.0
Kuvakäsitteet				.36		.41	.59	3.2
Nopea nimeäminen - aika						.29	.71	4.7
Sanavarasto	.32				.65	.71	.29	1.5
Käsien asentojen jäljittely					.50	.54	.46	2.4
Latausten neliösumma	2.83	2.98	2.36	1.94	1.59			
Selitysaste	.13	.14	.11	.09	.07			
Osuus kokonaisselitysasteesta (.53)	24 %	25 %	20 %	17 %	14 %			
Faktorien väliset korrelaatiot								
F1	-	0.36	0.31	0.2	0.35			
F2	0.36	-	0.5	0.45	0.32			
F3	0.31	0.5	-	0.46	0.33			
F4	0.2	0.45	0.46	-	0.29			
F5	0.35	0.32	0.33	0.29	-			

Liite 4. Mallien 2a ja 3b jäännöskorrelaatiot

Liite 4a. Mallin 2a muuttujien väliset jäännöskorrelaatiot. Itseisarvoltaan yli .10 jäännöskorrelaatiot on lihavoitu.

	SP	YT	KN	LT	KeO	SV	KS	KeOT	ToM	KK	KU	Co	FM	MK	KuO	MT	Käs	MA	ÄP	OHJ
SP																				
YT	.07																			
KN	-.03	.03																		
LT	.00	.01	-.01																	
KeO	.02	-.05	.10	.01																
SV	.08	-.04	-.08	-.05	.10															
KS	-.06	.01	.01	-.04	-.04	.05														
KeOT	-.07	-.01	.02	.03	-.04	.02	.05													
ToM	-.04	-.07	.10	.00	.06	-.04	.02	-.02												
KK	-.02	-.03	.03	.01	.03	.10	-.03	-.11	.08											
KU	-.09	-.04	-.11	.01	-.10	-.06	-.04	-.02	.00	-.11										
Co	-.16	-.04	-.10	.02	-.13	-.03	.03	.07	.19	.10	.00									
FM	-.11	.05	-.14	-.01	-.26	.01	-.13	.04	-.07	.15	.02	.01								
MK	-.02	-.01	-.05	.07	-.02	.00	.02	.04	.07	-.09	-.02	-.04	-.03							
KuO	-.23	-.02	-.02	-.06	-.11	.05	.09	.17	.09	-.04	-.04	.09	.00	.09						
MT	.01	.04	-.15	.05	.03	.05	.05	-.04	.07	-.02	.01	-.02	.01	.13	-.02					
Käs	-.09	-.03	-.13	-.13	-.01	.19	.02	.03	.03	.05	.01	-.04	.08	.10	.07	.04				
MA	-.12	-.03	.10	.10	.03	-.07	.07	.05	-.02	.05	.09	.02	-.05	-.12	.10	-.07	-.08			
ÄP	-.01	.06	.17	.15	.00	.07	.14	.01	.17	-.13	.04	.01	-.07	.04	-.10	.01	-.06	.01		
OHJ	.09	.06	.02	.19	-.03	.06	.04	.02	.17	.04	-.06	.02	.01	.05	-.09	.00	-.05	-.07	.04	
RAN	.01	-.01	.10	-.15	.04	.06	-.11	.05	-.06	.00	-.06	.11	-.06	-.06	.13	-.04	.11	-.07	.05	-.04

Liite 4b. Mallin 3b muuttujien väliset jäännöskorrelaatiot. Itseisarvoltaan yli .10 jäännöskorrelaatiot on lihavoitu.

	YT	SP	SV	KS	KN	KeO	ÄP	KeOT	LT	ToM	OHJ	KK	Co	KuO	KU	Käs	MA	FM
YT	.09																	
SP	-.03	.09																
SV	.02	-.05	.05															
KS	.04	-.02	-.08	.02														
KN	-.04	.03	.11	-.03	.10													
KeO	-.03	-.10	-.02	.05	.09	-.05												
ÄP	.01	-.06	.03	.06	.02	-.04	-.06											
KeOT	.01	-.01	-.06	-.05	-.02	.01	.04	.04										
LT	-.07	-.05	-.04	.01	.09	.06	.10	-.02	-.02									
ToM	-.06	-.01	-.03	-.05	-.06	-.08	.09	-.06	.07	.09								
OHJ	-.02	-.01	.11	-.02	.03	.03	-.16	-.10	.01	.07	.05							
KK	-.02	-.14	-.01	.04	-.09	-.11	.03	.09	.03	.20	.17	.10						
Co	-.01	-.23	.06	.09	-.01	-.10	-.09	.18	-.56	.09	.02	-.06	.06					
KuO	-.01	-.06	-.04	-.02	-.10	-.09	.07	.01	.03	.01	.09	-.11	-.02	-.07				
KU	-.01	-.08	.20	.03	-.12	.00	-.05	.05	-.12	.04	.05	.05	-.06	.04	-.01			
Käs	-.00	-.10	-.05	.09	.12	.05	.03	.07	.12	-.02	.06	.05	.00	.07	.08	-.10		
MA	.09	-.08	.03	-.11	-.13	-.25	-.05	.07	.01	-.06	.15	.15	-.01	-.02	.01	.06	-.06	
FM	-.03	-.04	-.02	-.01	.09	.03	.06	.02	.04	.05	.15	-.10	-.03	.09	-.01	.10	-.10	-.01
MK	.01	-.02	.03	.02	.10	.10	.02	-.05	.01	.04	.10	-.04	-.02	-.02	.02	.04	-.06	.03

Lyhenteet: YT=Yleistietous, SV=Sanavarasto, SP=Sanapäätely, KS=Kuvasanavarasto, KN=Kuvien nimeäminen, OHJ=Ohjeiden ymmärtäminen, ÄP=Äänteiden prosessointi, LT=Lauseiden toistaminen, KU=Kuutiot, MA=Matriisit, KK=Kuvakäsitteet, MK=Merkkikoe, MT=Merkintunnistus, KuO=Kuvioiden oppiminen, KeO=Kertomuksen oppiminen, KeOT=Kertomuksen oppiminen (tunnistaminen), FM=Forward Memory, Käs=Käsien asentojen jäljittely, Co=Kopiointitehtävä, VT=Visuaalinen tarkkaavuus, ToM=Mielen teoria, RAN: Nopea nimeäminen, aika

Liite 5. Vinorotatoidut eksploratiiviset faktoriratkaisut DLD-ryhmässä

Liite 5a. Vinorotatoitu eksploratiivinen yhden faktorin ratkaisu kielihäiriöryhmässä. Muuttujien faktorilataukset, kommunaliteetit (h^2), virhe-estimaatit (u^2) sekä kompleksisuusarvot (com), faktorien latausten neliösummat ja selityssasteet sekä faktorien väliset korrelaatiot.

	F1	h^2	u^2	com
Tehtävä				
Sanavarasto	.84	.71	.29	1
Kopiointitehtävä	.83	.70	.3	1
Kuutiotehtävä	.82	.67	.33	1
Forward Memory	.82	.67	.33	1
Merkkikoe	.82	.66	.34	1
Sanapäättely	.80	.63	.37	1
Yleistietous	.79	.62	.38	1
Ohjeiden ymmärtäminen	.79	.62	.38	1
Merkintunnistus	.79	.63	.37	1
Kuvakäsitteet	.72	.52	.48	1
Matriisipäättely	.70	.49	.51	1
Lauseiden toistaminen	.68	.46	.54	1
Kuvioiden oppiminen	.67	.45	.55	1
Käsien asentojen jäljittely	.66	.44	.56	1
Kuvien nimeäminen	.61	.38	.62	1
Kuvasanavarasto	.60	.36	.64	1
Visuaalinen tarkkaavuus	.57	.32	.68	1
Nopea nimeäminen – aika	-.54	.29	.71	1
Äänteiden prosessointi	.52	.27	.73	1
Kertomuksen tunnistaminen	.51	.26	.74	1
Kertomuksen oppiminen	.51	.26	.74	1
Mielen teoria	.41	.16	.84	
Latausten neliösumma	10.58			
Kokonaisselityssaste	.48			

Liite 5b. Vinorotatoitu eksploratiivinen kahden faktorin ratkaisu kielihäiriöryhmässä. Muuttujien faktorilataukset, kommunaliteetit (h^2), virhe-estimaatit (u^2) sekä kompleksisuusarvot (com), faktorien latausten neliösummat ja selityssasteet sekä faktorien väliset korrelaatiot.

	E-K	K	h^2	u^2	com
Tehtävä					
Merkkikoe	.87		.74	.26	1.0
Merkintunnistus	.86		.69	.31	1.0
Käsien asentojen jäljittely	.81		.53	.47	1.1
Kuvioiden oppiminen	.80		.53	.47	1.0
Kuutiotehtävä	.79		.71	.29	1.0
Kopiointitehtävä	.78		.73	.27	1.0
Forward Memory	.75		.69	.31	1.0
Matriisipäätely	.65		.51	.49	1.0
Kuvakäsitteet	.59		.52	.48	1.2
Ohjeiden ymmärtäminen	.58		.61	.39	1.4
Visuaalinen tarkkaavuus	.45		.32	.68	1.3
Mielen teoria	.43		.18	.82	1.0
Kuvasanavarasto	.34	.31	.36	.64	2.0
Äänteiden prosessointi			.27	.73	2.0
Kuvien nimeäminen		.91	.65	.35	1.1
Yleistietous		.81	.78	.22	1.0
Nopea nimeäminen – aika		-.71	.45	.55	1.0
Sanavarasto	.30	.65	.79	.21	1.4
Lauseiden toistaminen		.65	.55	.45	1.1
Sanapäätely		.61	.69	.31	1.4
Kertomuksen oppiminen		.46	.30	.70	1.1
Kertomuksen tunnistaminen			.26	.74	2.0
Latausten neliösumma	7.28	4.56			
Selityssaste	.33	.21			
Osuus kokonaisselityssasteesta (.54)	61 %	39 %			
Faktorien väliset korrelaatiot					
	E-K	-			
	K	.69	-		

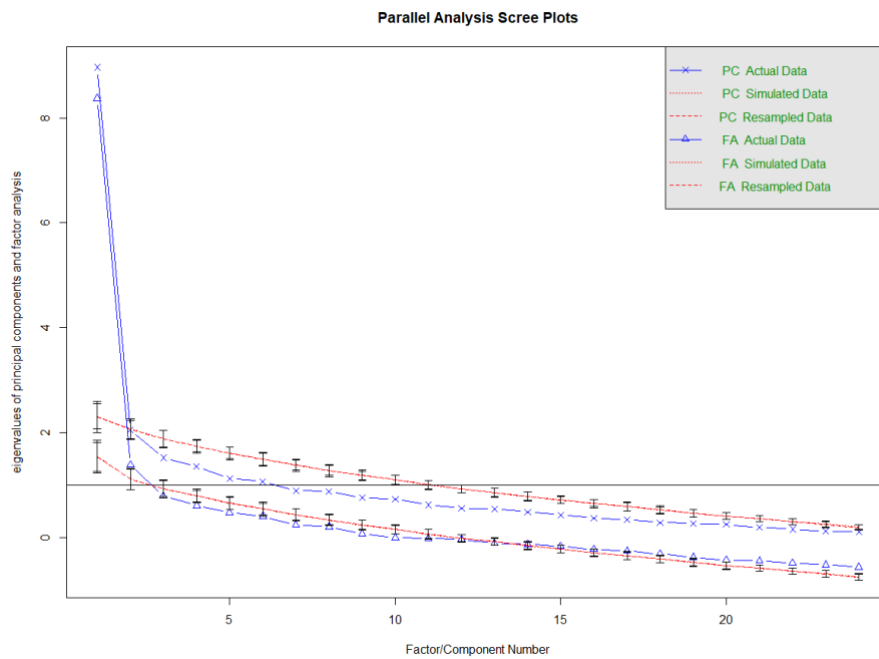
Lyhenteet: E-K = Ei-kielellisten taitojen faktori, K = Kielellisten taitojen faktori

Liite 5c. Vinorotatoitu eksploratiivinen viiden faktorin ratkaisu kielihäiriöryhmässä. Muuttujien faktorilataukset, kommunaliteetit (h^2), virhe-estimaatit (u^2) sekä kompleksisuusarvot (com), faktorien latausten neliösummat ja selityssasteet sekä faktorien väliset korrelaatiot.

	F1	F2	F3	F4	F5	h^2	u^2	com
Tehtävä								
Nopea nimeäminen – aika	-.96					.85	.15	1.1
Kuvien nimeäminen	.70					.71	.29	1.4
Lauseiden toistaminen	.48					.59	.41	2.5
Yleistietous	.46	.42				.80	.20	2.6
Kuvasanavarasto		.84				.68	.32	1.0
Kuvakäsitteet		.47			.35	.62	.38	2.3
Äänteiden prosessointi		.46				.400	.6	1.9
Ohjeiden ymmärtäminen		.45				.71	.29	2.6
Matriisipäätely		.40				.58	.42	3.5
Visuaalinen tarkkaavuus						.33	.67	3.5
Merkkikoe			.98			>.99	<.01	1.0
Kuvioiden oppiminen			.48			.54	.46	1.7
Merkintunnistus			.48	.33	.40	.78	.22	2.9
Kertomuksen oppiminen				.60		.43	.57	1.1
Sanapäätely				.57		.82	.18	2.0
Sanavarasto	.38			.48		.85	.15	2.5
Kertomuksen tunnistaminen				.41		.36	.64	2.0
Forward Memory					.59	.77	.23	1.5
Käsien asentojen jäljittely					.47	.58	.42	2.0
Kuutiotehtävä					.39	.75	.25	3.6
Kopiointitehtävä					.38	.77	.23	3.5
Mielen teoria						.19	.81	2.9
Latausten neliösumma	2.80	3.09	3.14	2.49	2.58			
Selityssaste	.13	.27	.14	.11	.12			
Osuus kokonaisselityssasteesta (.64)	20 %	22 %	22 %	18 %	18 %			
Faktorien väliset korrelaatiot								
F1	-	.39	.43	.38	.31			
F2	.39	-	.52	.47	.39			
F3	.43	.52	-	.40	.58			
F4	.38	.47	.40	-	.32			
F5	.31	.39	.58	.32	-			

Liite 6. Rinnakkaisanalyysien scree-kuvaajat

TD-ryhmä



DLD-ryhmä

